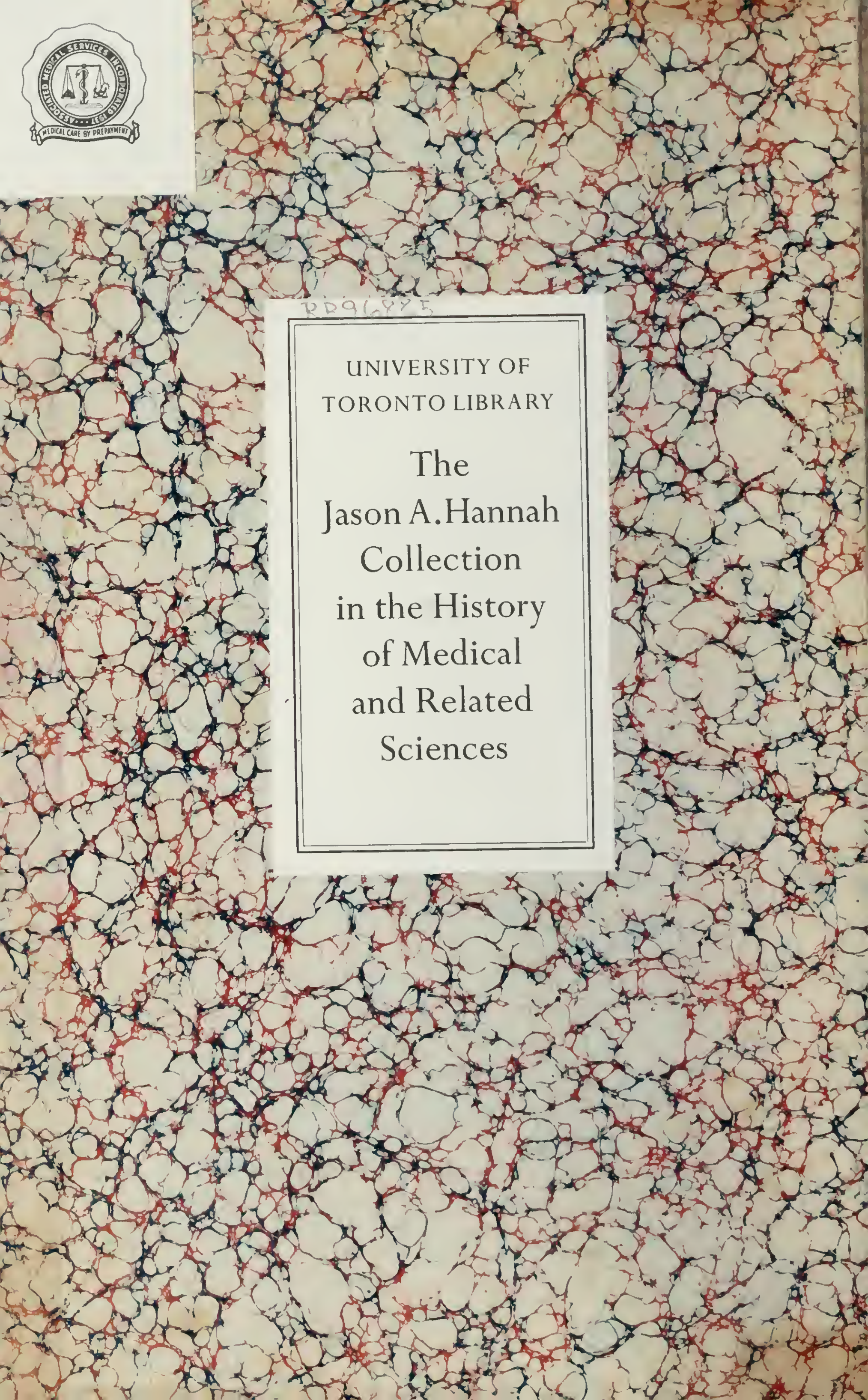



ASSOCIATED MEDICAL SERVICES INCORPORATED
LEGS
MEDICAL CARE BY PREPAYMENT
RB96885
UNIVERSITY OF
TORONTO LIBRARY
The
Jason A. Hannah
Collection
in the History
of Medical
and Related
Sciences



# PHYSIOLOGIE

# DES MOUVEMENTS

## DU MÊME AUTEUR

De l'électrisation localisée, et de son application à la pathologie et à la thérapeutique. Deuxième édition entièrement refondue. Paris, 1861, 1 vol. in-8 de 1046 pages avec 179 figures et 1 planche lithogr. et coloriée. . . . . . . . . . . . . . . 14 fr.

Album de photographies pathologiques, complémentaire du livre intitulé : *De l'électrisation localisée*. Paris, 1862, gr. in-8, 40 p. avec 17 photographies. 25 fr.

Mécanisme de la physionomie humaine, ou Analyse électro-physiologique de l'expression des passions applicable à la pratique des arts plastiques. Grande édition, in-8 avec 264 pages de texte et Album composé de 84 photographies et 9 tableaux contenant 144 figures photographiées. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 68 fr.

— Petite édition, in-8, 264 pages de texte et 9 tableaux contenant 144 figures photographiées . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 29 fr.

— Édition de luxe, in-4, 84 figures tirées d'après les clichés primitifs, dont 74 sur plaques normales et représentant l'ensemble des expériences électro-physiologiques (tirée à 100 exemplaires). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 200 fr.

— Les 50 principales figures grandies comme nature. La collection. . . . . 25 fr.
Chacune séparément. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5 fr.

Anatomie microscopique du système nerveux, à l'aide de la photo-autographie, publiée par fascicules, gr. in-8. (Sous presse.)

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

# PHYSIOLOGIE
# DES MOUVEMENTS

DÉMONTRÉE

A L'AIDE DE L'EXPÉRIMENTATION ÉLECTRIQUE
ET DE L'OBSERVATION CLINIQUE

ET APPLICABLE

A L'ETUDE DES PARALYSIES ET DES DÉFORMATIONS

PAR LE DOCTEUR

G. B. DUCHENNE (DE BOULOGNE)

**Avec 101 figures dessinées d'après nature.**

---

PARIS

J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE

Rue Hautefeuille, 19.

| Londres, | Madrid, | New-York. |
|---|---|---|
| Hippolyte Baillière. | C. Bailly-Baillière. | Baillière Brothers. |

LEIPZIG, E. JUNG-TREUTTEL, QUERSTRASSE, 10.

1867

# PRÉFACE

Je me propose d'exposer dans ce livre l'ensemble de mes recherches sur la physiologie des mouvements chez l'homme. J'y ai consacré près de vingt années, et je les ai poursuivies concurremment à l'aide de l'expérimentation électro-musculaire et de l'observation clinique, spécialement au point de vue de l'action propre que possèdent les muscles de la vie animale et des usages auxquels ils sont destinés, soit comme agents principaux des mouvements volontaires, leurs impulseurs, soit comme leurs modérateurs, soit qu'ils concourent synergiquement à les empêcher de dévier, soit enfin qu'ils président, par l'équilibre de leurs forces toniques, à l'attitude normale des membres pendant le repos musculaire.

La possibilité de limiter la puissance électrique dans chacun des muscles ou des faisceaux musculaires, et d'imiter ainsi les mouvements volontaires, devait faire naître une idée féconde : celle d'étudier l'action individuelle des muscles, et conséquemment la physiologie des mouvements sur l'homme vivant. C'était, pour ainsi dire, l'*anatomie vivante* pratiquée sur les animaux par les anciens, et réalisée pour la première

fois sur l'homme vivant, sans opération sanglante, avec des procédés inoffensifs, dus aux progrès de ma méthode de faradisation localisée.

Mais une pensée décourageante faillit m'arrêter au début. A quoi bon tant de peine? me disais-je. Que peuvent produire de telles recherches, après les admirables travaux enfantés, pendant des siècles, par les hommes illustres qui se sont occupés d'anatomie ou de physiologie musculaire? Après les Galien, les Vésale, les Fallope, les Colombus; après le mécanicien Borelli, P. Jos. Barthez, l'admirable Winslow, B. S. Albinus, Sabatier, Sœmmerring, Boyer, Bichat, Gerdy; après tant d'autres anatomistes et physiologistes modernes, que peut-il rester à faire en physiologie des mouvements? A peine osai-je espérer glaner laborieusement quelques petits faits oubliés ou dédaignés par eux.

Je commençai donc mes recherches sous l'impression de ces réflexions, et je n'avais plus d'autre désir que celui de satisfaire ma curiosité, en constatant des faits connus, d'autre ambition que celle de montrer — ce qui n'avait jamais été fait chez l'homme — une espèce d'anatomie vivante, à l'exemple des anciens.

Quelle fut bientôt ma surprise, lorsque je vis sortir de mes expériences électro-musculaires des faits imprévus qui déjouaient tous les calculs de la mécanique!

S'il était arrivé que les faits nés de mes recherches électro-physiologiques ne s'accordassent pas avec ceux qui avaient été déduits antérieurement d'expé-

riences mécaniques pratiquées sur le cadavre, je voyais que les lois en apparence rigoureuses dont elles étaient la base avaient inévitablement conduit à l'erreur les observateurs les plus éminents. Je choisirai, comme exemple et à l'appui de cette assertion, le diaphragme. Borelli, on le sait, a prouvé, par les calculs les plus exacts, que l'action propre du diaphragme est de resserrer la base de la poitrine, — ce qui est exact, ce que je montrerai plus tard sur l'animal vivant. — Eh bien! je ferai voir expérimentalement que, chez l'homme et chez les animaux, grâce à certaines dispositions particulières, le diaphragme est appelé à remplir physiologiquement et accomplit réellement une fonction diamétralement opposée à celle qu'on devait lui attribuer, d'après les données tirées de l'attache et de la direction de ses fibres.

Je me réjouissais déjà des résultats obtenus par la faradisation musculaire localisée, et me promettais d'exploiter facilement et en peu de temps une mine inexplorée de découvertes. Je me figurais qu'il me suffirait de parcourir rapidement chaque région du corps, en faisant jouer individuellement et partiellement les muscles, pour *remettre à neuf*—on me passera cette expression—une grande partie de la physiologie des mouvements. Mais je dus bientôt renoncer à cet espoir présomptueux, car je fus arrêté par mes propres expériences, dont je ne pouvais souvent rien conclure quant aux fonctions musculaires. En voici

un exemple. Le deltoïde, disait-on, est élévateur du bras sur l'humérus. En effet, si je le mettais en contraction continue par la faradisation localisée, l'élévation de l'humérus avait lieu; mais en même temps je voyais l'omoplate prendre une attitude vicieuse que je décrirai plus tard, et il se produisait une subluxation scapulo-humérale. Était-ce avec une telle expérience que je pouvais apprendre ou démontrer les fonctions du deltoïde?

Cette expérience, à laquelle je pourrais en joindre bien d'autres, montrait donc que les mouvements provoqués par ces contractions musculaires partielles produisent des déformations; qu'elles ne sont pas physiologiques; elle prouvait enfin que l'action musculaire isolée n'est pas dans la nature.

La faradisation localisée était donc insuffisante pour éclairer la physiologie des mouvements volontaires.

L'observation clinique heureusement m'avait aidé à comprendre le mécanisme de quelques faits étranges, mis en lumière par mes expériences électro-physiologiques, et m'avait appris qu'en la prenant pour guide, dans la voie de recherches où je m'étais engagé, j'arriverais nécessairement à la connaissance exacte des fonctions musculaires, qui exigent toujours la contraction synergique d'un plus ou moins grand nombre de muscles.

En effet, s'il est vrai que l'exploration électro-musculaire peut faire connaître exactement l'action propre d'un muscle, je dois faire observer que rarement elle

apprend quels sont les autres muscles dont le concours est nécessaire à la production du mouvement physiologique qu'il est destiné à exécuter, et sans lesquels il n'occasionnerait le plus souvent que des accidents ou des difformités.

L'observation clinique offre l'avantage de faire connaître les troubles qui surviennent dans les mouvements, lorsqu'un muscle entre seul en action, le concours d'autres muscles venant à lui manquer consécutivement à leur atrophie ou à leur paralysie. Je suis encore obligé de citer un exemple, afin de mieux rendre ma pensée. Que l'on fasse élever le bras à un homme atteint d'une paralysie ou d'une atrophie du grand dentelé; alors on verra se reproduire exactement la même difformité, les mêmes accidents que si l'on faisait contracter isolément son deltoïde par la faradisation localisée. N'est-il pas évident ici qu'en rapprochant l'expérience électro-musculaire et le fait clinique, on arrivera à cette conclusion : Que c'est l'action synergique du grand dentelé qui permet au deltoïde de remplir sa fonction principale (l'élévation du bras), sans occasionner la difformité ou la subluxation qui résulte de son action isolée? — Je me réserve de fournir la démonstration complète de cette proposition, quand j'exposerai les fonctions des muscles de l'épaule; alors je ferai voir que le grand dentelé est également chargé d'exécuter la seconde moitié de l'élévation du bras, parce que l'action élévatrice du deltoïde ne va que jusqu'à la direction horizontale de ce membre.

Si j'insistais davantage sur ce point, j'anticiperais sur les faits que j'ai à exposer. Pour le moment, je veux seulement établir qu'isolément l'expérimentation électro-physiologique ou l'observation clinique sont incapables d'éclairer complétement la physiologie musculaire, tandis que réunies, elles peuvent nous donner la clef de la synergie musculaire physiologique, si difficile à analyser, j'oserai même dire si peu connue.

Est-il besoin d'ajouter que ce contrôle mutuel de l'électro-physiologie musculaire et de l'observation clinique donne, aux faits qui ressortent de ce genre de recherches, le plus haut degré de certitude?

On conçoit que pour suivre mon nouveau plan de recherches, c'est-à-dire que voulant faire marcher de pair l'expérimentation électro-physiologique et l'observation clinique, il me fallait trouver des paralysies partielles et bien limitées. C'est alors que j'éprouvai un temps d'arrêt désespérant; car, en fait de paralysies partielles, on ne connaissait à cette époque que des paralysies qui affectaient à la fois un certain nombre de muscles de l'avant-bras, comme la paralysie saturnine, ou ce qu'on appelait des paralysies du deltoïde, du grand dentelé — qui ne sont le plus souvent que des paralysies fort complexes. — Avec une telle pauvreté de faits cliniques, je ne pouvais certes suivre le vaste plan que je m'étais tracé.

Je dois dire ici qu'il m'eût fallu certainement renoncer à ces recherches, sans le concours général et bienveillant des médecins et chirurgiens des hôpitaux.

informé par eux de la plupart des affections musculaires partielles ou générales qui se présentaient dans leurs services, il me fut possible d'en observer un très-grand nombre, en peu de temps, et d'explorer, dans tous ces cas, l'état de chacun des muscles au moyen de la faradisation localisée. — On verra que l'examen cadavérique a souvent justifié le jugement porté par moi, pendant la vie, sur l'état anatomique des muscles de sujets que j'avais ainsi examinés.

C'est en me livrant à ces explorations électro-musculaires, — *véritables autopsies faites sur le vivant*, — que je découvris l'existence assez fréquente d'atrophies musculaires qui jadis avaient été confondues avec les paralysies ordinaires, et qui plus tard (en 1849) furent l'objet d'un travail que j'adressai à l'Académie des sciences, sous le titre suivant : « *Recherches cliniques sur une espèce morbide nouvelle : l'atrophie musculaire avec transformation graisseuse.* »

Cette découverte vint fort à propos pour me décider à poursuivre mes études électro-physiologiques, car cette singulière maladie, qui tantôt détruit partiellement un muscle, sans attaquer les muscles voisins, et tantôt s'étend plus ou moins, détruisant seulement les muscles des couches superficielles ou ceux des couches profondes, cette maladie, dis-je, était on ne peut plus propre à éclairer l'électro-physiologie musculaire par le contrôle de l'observation clinique. Elle me présentait, en effet, des espèces de préparations anatomiques faites, pour ainsi dire, de toutes pièces.

C'est ainsi que par la destruction des muscles des couches superficielles, ceux des couches profondes devenues sous-cutanées se trouvaient accessibles à la faradisation localisée ; et puis, comme dans cette affection les muscles intacts conservent leurs mouvements volontaires, il m'était facile d'analyser les troubles apportés dans la synergie musculaire par l'absence de muscles atrophiés.

D'autres paralysies locales, les paralysies traumatiques des nerfs, et surtout la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance, m'ont aussi offert un vaste champ d'observation, au point de vue de mes recherches physiologiques.

En résumé, avec le concours de ces faits cliniques observés dans toutes les régions du corps et sous les formes les plus variées, il m'a été possible de publier, dès 1851, plusieurs séries de recherches électro-physiologiques sur les fonctions des muscles moteurs de la main, de l'épaule, de la jambe, du pied, du diaphragme et de la face. C'est aussi à l'aide de l'observation clinique qu'il m'a été permis de continuer ces travaux, de les reproduire aujourd'hui enrichis et confirmés par des faits nouveaux, et de mener à bonne fin les recherches électro-physiologiques qui me restaient à faire sur les muscles d'autres régions.

On sait que l'attitude des membres est placée sous la dépendance presque exclusive de la puissance tonique des muscles qui les mettent en mouvement. On peut se représenter les muscles qui environnent une articula-

tion ou un os mobile, comme autant de ressorts qui, pendant le repos musculaire, maintiennent le membre dans son attitude normale. Un de ces ressorts vient-il à faiblir, l'équilibre de ces forces toniques musculaires est rompu, et le membre est entraîné, d'une manière continue, dans des directions vicieuses. Il en résulte des difformités qui s'aggravent avec le temps et occasionnent des déformations articulaires et osseuses.

J'ai étudié avec le plus grand soin cette fonction toute spéciale des muscles, fonction qui a été trop négligée, sinon méconnue. Les faits qui ressortent de ces recherches intéressent au plus haut degré la physiologie ; sans la connaissance exacte de ces faits, il est impossible d'expliquer le mécanisme de certaines difformités ou déformations, d'en établir le diagnostic exact, et en conséquence de leur opposer un traitement rationnel, surtout par l'électrisation localisée.

Les courtes considérations dans lesquelles je viens d'entrer justifient pleinement le titre de ce livre ; elles font entrevoir son importance. Ai-je besoin de dire qu'un livre dans lequel la physiologie des mouvements volontaires est basée sur l'expérimentation électro-musculaire et sur l'observation clinique est incontestablement un livre utile? Il ne traite spécialement que des faits physiologiques, ou nouveaux ou incomplétement décrits, ou en contradiction avec ceux qui ont cours dans l'enseignement et dans la science ; on verra qu'il est peu de muscles de la vie animale sur lesquels mes recherches n'aient jeté un jour nouveau.

Je ne crois pas même être trop présomptueux en avançant que ce livre est devenu nécessaire. Jusqu'à ce jour, en effet, les physiologistes ont négligé, dans leurs traités spéciaux, cette espèce de physiologie des mouvements; comme si, par exemple, l'étude approfondie du mécanisme des mouvements de la main, pour les usages manuels, du mécanisme des mouvements du pied, dans la marche, la course, etc., n'était pas aussi utile que l'étude du mécanisme de la voix, à laquelle ils ont consacré de longues considérations!

Ce livre enfin est essentiellement pratique, parce que les expériences électro-musculaires qui s'y trouvent décrites montrent les signes objectifs ou visibles des contractures; parce que sans la notion des principes physiologiques qu'il enseigne, on ne saurait établir le diagnostic exact des paralysies ou des atrophies partielles, dont le nombre est si grand, ni comprendre le mécanisme des troubles fonctionnels qu'elles occasionnent et les déformations qui en sont la conséquence; parce qu'enfin la connaissance de ce mécanisme conduit au traitement rationnel de ces paralysies, de ces atrophies, de ces déformations, à l'aide d'excitants locaux périphériques spéciaux, de la gymnastique et de la prothèse physiologique.

Les faits sur lesquels reposent les recherches exposées dans cet ouvrage ont été, pour la plupart, soumis au contrôle de l'expérimentation et de l'observation clinique faites publiquement dans nos principaux hôpitaux et sous les yeux de chefs de service, qui m'on

tant secondé dans mes recherches et qui font la gloire de la science et de l'enseignement. Ces faits sont donc authentiques, incontestables.

Néanmoins je n'ose me flatter de les avoir toujours bien interprétés, quoique je n'aie rien écrit, sans une profonde conviction. S'il m'est arrivé de commettre quelques erreurs ou omissions, j'espère que mes lecteurs me tiendront compte de la difficulté du travail.

En 1855, ayant à publier quelques études électro-physiologiques et cliniques sur les mouvements, j'écrivais : « Ma tâche est loin d'être accomplie, car il me » reste à étudier bien des fonctions musculaires. Je » pourrais, il est vrai, faire connaître dès aujourd'hui » l'action propre de presque tous les muscles, d'après » l'expérimentation directe ; je m'en garderai bien, car, » — je ne saurais trop le redire, — l'expérimentation » électro-physiologique seule ne peut rien apprendre, » quant à leurs fonctions; il lui faut le concours de » l'observation clinique. On comprend combien il me » faudra de temps et de peine pour recueillir des faits » cliniques de cet ordre, assez complets et en assez » grand nombre pour juger définitivement toutes ces » questions physiologiques... Ma vie y suffira-t-elle? Je » l'espère, avec l'aide de Dieu... et de mes con- » frères (1). »

Après dix ans de recherches continues, je serais heureux de pouvoir dire que ma tâche est terminée.

(1) *De l'électrisation localisée, et de son application à la physiologie, la pathologie et la thérapeutique*, 1re édition, 1855; 2e édition. Paris, 1862.

Ce livre est divisé en quatre parties.

Les *deux premières parties*, consacrées à l'étude des mouvements du membre thoracique et du membre abdominal, traitent de l'action individuelle et des usages des muscles qui meuvent : 1° l'épaule, 2° le bras, 3° l'avant-bras, 4° la main, les doigts, le pouce, 5° la cuisse, 6° la jambe, le pied et les orteils.

La *troisième partie* traite des mouvements de la respiration et de la colonne vertébro-crânienne.

Ici finit l'étude de l'action musculaire dans la locomotion; ici devait finir ce livre. Cependant MM. J. B. Baillière, mes éditeurs, ont pensé qu'il serait intéressant de rapprocher de cette étude mes recherches expérimentales sur la physiologie des muscles de la face, et d'exposer dans une *quatrième partie* les principaux faits généraux qui, en découlent; j'ai cru qu'il y aurait utilité à présenter au praticien une analyse de ces recherches, qui, si utiles à l'esthétique (1), ont mis en lumière des faits anatomiques nouveaux, et sont applicables au diagnostic et au traitement rationnel des paralysies et des contractures partielles des muscles de la face.

Paris, 31 décembre 1866.

(1) Voyez *Mécanisme de la physionomie humaine*. Paris, 1862.

# PHYSIOLOGIE

DES

# MOUVEMENTS

DÉMONTRÉE PAR L'EXPÉRIMENTATION ÉLECTRO-MUSCULAIRE
ET PAR L'OBSERVATION CLINIQUE.

---

## PREMIÈRE PARTIE.

### MOUVEMENTS DU MEMBRE THORACIQUE.

Cette première partie comprend mes études électro-physiologiques et cliniques sur l'action individuelle et les usages des muscles qui meuvent :

1° L'épaule sur le tronc;

2° Le bras sur l'épaule;

3° L'avant-bras sur le bras, et *les deux os de l'avant-bras* dans la pronation et la supination;

4° La main sur l'avant-bras, les doigts sur leurs métacarpiens, le pouce et le premier métacarpien.

Un chapitre est consacré à chacune de ces études qui seront suivies de recherches anatomiques et historiques sur les muscles de la main.

# CHAPITRE PREMIER.

## ACTION INDIVIDUELLE ET USAGES DES MUSCLES QUI MEUVENT L'ÉPAULE SUR LE TRONC.

### ARTICLE PREMIER.

#### TRAPÈZE.

(*Portion respiratrice, portion élévatrice et portion adductrice.*)

#### § I. — Électro-physiologie.

##### A. — Expériences.

I. Sous l'influence de l'excitation électrique, la *portion claviculaire* (portion respiratrice) du trapèze, celle qui du tiers externe de la clavicule se rend à la ligne courbe supérieure de l'occipital, incline vivement la tête du côté excité et un peu en arrière, pendant qu'elle lui imprime un mouvement de rotation par lequel le menton est tourné du côté opposé. C'est seulement lorsque l'inclinaison de la tête est arrivée à son maximum, qu'il se produit un mouvement d'élévation de la clavicule, et en conséquence du moignon de l'épaule.

Pour que la contraction de ce faisceau claviculaire agisse uniquement sur le moignon de l'épaule, il est de toute nécessité que les muscles qui s'opposent à l'inclinaison latérale de la tête et à sa rotation se contractent énergiquement; et encore la tête s'infléchit-elle légèrement sur le côté, pendant la contraction électrique de ce faisceau claviculaire. En effet, si alors le sujet sur lequel on expérimente fixe solidement sa tête, l'élévation de son épaule a lieu plus tôt; mais quelque effort qu'il fasse, il ne peut empêcher sa tête de s'incliner légèrement.

Le maximum de l'élévation du moignon de l'épaule, due à la contraction de la portion claviculaire, est de deux tiers à peu près au-dessous de l'élévation produite par la contraction de la portion moyenne de ce muscle.

La contraction simultanée de chaque portion claviculaire renverse la tête directement en arrière.

Ces expériences démontrent que la contraction simultanée de chaque portion claviculaire agit principalement sur la tête, en la portant en arrière de son côté, et qu'elle élève très-faiblement l'épaule.

II. *Les faisceaux de la portion moyenne du trapèze qui s'attachent en dehors de l'acromion et à la moitié externe de l'épine du scapulum* produisent un double mouvement : 1° un mouvement d'élévation de l'acromion (1), par lequel l'angle inférieur de l'omoplate s'éloigne de la ligne médiane ; 2° un mouvement en masse du scapulum. Ce dernier mouvement se manifeste après le précédent, et cela de telle sorte que l'élévation totale de l'épaule par la contraction de la portion moyenne du trapèze me paraît appartenir, moitié à l'élévation de l'acromion, moitié à l'élévation en masse ou directe du scapulum. Ces faisceaux de la portion moyenne du trapèze élèvent d'autant plus l'acromion qu'ils se rapprochent davantage de ceux qui s'attachent à ce dernier point.

III. *Les faisceaux de la portion moyenne du trapèze qui s'attachent à la moitié interne de l'épine de l'omoplate (portion adductrice)* élèvent très-peu l'angle externe, mais en revanche ils rapprochent puissamment l'omoplate vers la ligne

(1) Il est bien entendu que l'acromion, ou angle externe de l'omoplate, ne peut être élevé, abaissé, porté en avant ou en arrière, sans que l'extrémité externe de la clavicule soit entraînée dans le même sens, et conséquemment sans que la direction de ce dernier os en soit modifiée.

médiane. — J'ai observé ce mouvement parfaitement tranché sur des malades dont le trapèze était très-développé, bien qu'il fût complétement paralysé. En plaçant les rhéophores sur ces faisceaux, l'omoplate fit d'abord un léger tour de bas en haut sur son angle interne, puis il y eut un temps d'arrêt suivi d'un mouvement de la masse de l'os de dehors en dedans. — Pendant ce dernier mouvement, l'angle externe se porte d'avant en arrière et conséquemment le moignon de l'épaule s'efface.

IV. Lorsque l'action électrique est dirigée sur les *faisceaux qui s'attachent au bord spinal de l'omoplate* et qui composent la *portion inférieure* du trapèze, l'angle interne du scapulum s'abaisse de 1 à 2 centimètres, puis, à un plus haut degré de contraction, le bord spinal du même os se rapproche du plan médian de 3 à 4 centimètres. Ce dernier mouvement de l'omoplate est accompagné d'un mouvement oblique du moignon de l'épaule d'avant en arrière de 3 à 4 centimètres, et de bas en haut de 1 à 2 centimètres.

V. Si, faisant usage de plusieurs appareils à intensité égale, ou de plusieurs courants dérivés d'un appareil, on place des rhéophores sur toutes les portions du trapèze, le scapulum exécute simultanément tous les mouvements que j'ai décrits, c'est-à-dire que l'omoplate s'élève par un mouvement composé de rotation sur son angle interne et d'élévation en masse, pendant que son bord spinal s'approche de la ligne médiane et que le moignon de l'épaule s'efface d'avant en arrière et de dehors en dedans; enfin, la tête est renversée alors en arrière et tournée du côté opposé.

B. — Remarques.

1. Je ne connais pas de faisceaux musculaires plus excitables que ceux qui composent *la portion claviculaire du trapèze.* C'est au point qu'un courant électrique qui suffirait à peine pour faire entrer en contraction les portions moyenne et inférieure de ce même muscle, produit déjà des contractions énergiques dans les faisceaux de la portion claviculaire.

Cette grande excitabilité de la portion claviculaire est due probablement à la branche externe du nerf spinal (nerf respirateur de Bell), qui, on le sait, se ramifie en grande partie dans le faisceau musculaire. On peut en avoir la preuve en plaçant le rhéophore sur le point où ce nerf traverse le sommet du triangle sus-claviculaire. On voit alors, en effet, à la plus légère excitation électrique, les muscles animés par ce nerf (le sterno-cléido-mastoïdien et le faisceau claviculaire du trapèze) se contracter vivement. Cette expérience électro-physiologique démontre la richesse d'innervation et la spécialité d'action de la portion claviculaire.

On sait que ce faisceau est en outre animé par des ramifications nerveuses qui lui viennent du plexus cervical. Les faits pathologiques que j'aurai bientôt à exposer dans le cours de ce travail s'expliqueront (j'espère l'établir du moins) par la double source à laquelle ce faisceau puise sa force nerveuse.

2. Le faisceau claviculaire du trapèze paraît spécialement affecté à la respiration. J'ai constaté chez plusieurs sujets atteints d'emphysème pulmonaire, qui faisaient de grands efforts pour respirer, que la portion claviculaire était presque toujours la seule portion du trapèze qui entrât en contraction. Sur un grand nombre d'autres sujets, à qui j'ai fait faire de

longues et fortes inspirations, j'ai observé le même phénomène.

Si ensuite ils élevaient les épaules sans effort, on voyait la portion moyenne du trapèze entrer seule en contraction; il m'était facile alors, en plaçant, pendant cette élévation volontaire de l'épaule, un rhéophore sur la portion claviculaire, de constater que cette dernière soulevait la peau seulement dès qu'elle entrait artificiellement en contraction. Il est bien entendu que dans les grands efforts toutes les portions de ce muscle entrent en action.

3. Cette expérience établit aussi que la moitié externe de la portion moyenne du trapèze est particulièrement destinée à l'élévation de l'épaule. Qu'on se rappelle d'ailleurs que cette partie de la portion moyenne élève beaucoup plus le moignon de l'épaule que la portion claviculaire, comme je l'ai démontré expérimentalement. Ce fait sera confirmé par la pathologie.

4. Parmi les différents usages du trapèze, il en est deux principaux qui appartiennent à sa portion moyenne : 1° celui qui consiste à maintenir le moignon de l'épaule à une hauteur normale par sa *force tonique;* 2° celui qui a pour objet de contribuer à l'élévation verticale du bras, comme je le ferai ressortir en étudiant l'action du deltoïde.

La portion moyenne, en élevant directement l'épaule, exprime parfaitement le geste dédaigneux.

5. Enfin, on a vu que certains faisceaux de la portion moyenne du trapèze (ceux qui s'attachent à la moitié interne de l'épine du scapulum, ainsi que ceux qui composent sa portion inférieure) rapprochent énergiquement le bord spinal du scapulum de la ligne médiane; l'observation clinique apprendra mieux encore le rôle important que ces mêmes faisceaux remplissent dans l'attitude du spéculum.

### § II. — Physiologie pathologique.

L'atrophie musculaire progressive attaque ordinairement le trapèze de bas en haut. La portion inférieure disparaît la première, quand toutefois la maladie ne s'arrête pas là ; la portion claviculaire est atteinte à son tour, mais je l'ai rarement vue détruite entièrement par l'atrophie musculaire graisseuse progressive.

Je suivrai le même ordre pour l'étude de la physiologie pathologique des différentes portions du trapèze, c'est-à-dire je commencerai par son tiers inférieur.

#### A. — Troubles dans l'attitude de l'épaule, consécutifs à l'atrophie du trapèze.

6. On sait qu'à l'état normal et chez un adulte qui laisse tomber les membres supérieurs naturellement de chaque côté du tronc, le bord spinal du scapulum est à peu près parallèle à la colonne vertébrale, et qu'en général il est éloigné de la ligne médiane de 5 à 6 centimètres.

On sait encore — et l'expérimentation électro-physiologique l'a confirmé — que la contraction de la portion inférieure du trapèze et des faisceaux qui s'attachent à la moitié interne de l'épine du scapulum et à l'acromion, rapproche du plan médian le bord spinal de cet os.

La faradisation localisée a appris que ce mouvement de dehors en dedans est de 2 à 3 centimètres au maximum. Mais, ce qu'on ignore et ce que l'expérimentation électro-physiologique même ne pouvait apprendre, c'est que si ces faisceaux du trapèze sont atrophiés, le scapulum s'éloigne d'autant plus de cette ligne que l'atrophie est plus avancée, et cela malgré l'intégrité des autres portions de ce muscle,

malgré la conservation du rhomboïde et de l'angulaire de l'omoplate. Cet écartement du plan médian va jusqu'à 10 ou 12 centimètres lorsque l'atrophie de ces faisceaux est complète. En même temps, le moignon de l'épaule se porte en avant. Cette attitude du scapulum arrondit transversalement le dos et creuse la poitrine en avant.

Ces faits sont démontrés par l'observation clinique ; en voici un exemple représenté dans la figure 1 :

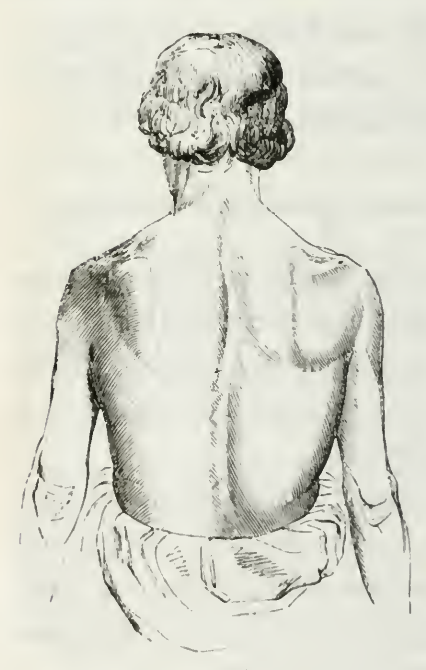


Fig. 1 (*).

Le sujet d'après lequel cette figure a été dessinée, était atteint d'atrophie musculaire graisseuse progressive; il avait perdu un grand nombre de muscles moteurs de la main, le tiers inférieur et la moitié interne de la portion moyenne de ses trapèzes (ce diagnostic avait été porté d'après l'exploration électrique). Au repos musculaire et les bras tombant, comme on le voit, sur les côtés du tronc, les bords spinaux de ses omoplates étaient éloignés de 10 centimètres de la ligne médiane ; son dos était arrondi et sa poitrine creusée en avant.

(*) Attitude vicieuse des omoplates, pendant le repos musculaire, produite par l'atrophie du tiers inférieur et de la moitié interne du trapèze. Le bord spinal des omoplates est beaucoup plus éloigné de la ligne médiane qu'à l'état normal, et le dos est arrondi transversalement.

Dans d'autres cas analogues, j'ai toujours observé les mêmes phénomènes, c'est-à-dire un écartement considérable des omoplates et un déplacement des moignons de l'épaule d'arrière en avant.

C'est surtout lorsque l'atrophie de ces fibres du trapèze n'existe que d'un côté, que l'attitude vicieuse du scapulum est plus frappante, comme dans la figure 2.

Chez le sujet dont on voit aussi, dans cette figure, les bras tombant le long du tronc, on ne retrouvait plus par l'exploration électrique le tiers inférieur ni la moitié interne de la portion moyenne du trapèze droit.

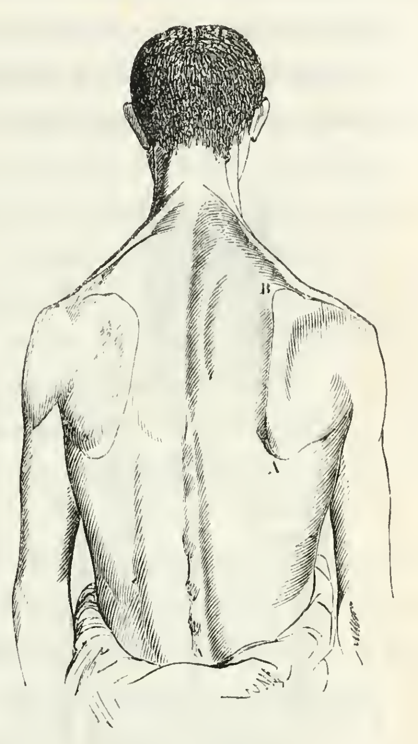



Fig. 2 (*).

Aussi le bord spinal de ce côté était-il éloigné de 10 centimètres de la ligne médiane, tandis que du côté sain, le bord spinal de l'omoplate n'en était distant que de 6 centimètres. L'épaule droite était aussi plus abaissée que la gauche à cause de l'atrophie de la moitié interne de la portion moyenne du

(*) Attitude vicieuse de l'omoplate droite, pendant le repos musculaire, produite par l'atrophie des deux tiers inférieurs du trapèze droit, à l'exception de la portion acromiale et claviculaire de ce muscle.—Le bord spinal de cet os est plus éloigné de la ligne médiane que celui du côté sain, et l'épaule droite est plus abaissée, à cause de l'atrophie du tiers moyen du trapèze. — Chez ce sujet, le grand dentelé est également atrophié à droite, ce que l'on ne soupçonnerait pas à l'attitude de son scapulum droit, lorsque ses bras tombent sur les côtés du tronc, comme dans la figure 2.

trapèze. Le grand dentelé était également atrophié à droite, (ce que l'on ne soupçonnerait pas à l'attitude de ses omoplates). Je reviendrai sur ce cas.

7. Lorsqu'à l'atrophie du faisceau inférieur du trapèze et des faisceaux qui s'attachent à la moitié interne de l'épine de l'omoplate, s'ajoute celle de la portion de ce muscle qui s'attache à la moitié externe de cette épine et à l'acromion, on voit le moignon de l'épaule s'abaisser et l'omoplate basculer de telle façon que son angle externe se trouve à 2, 3 et 4 centimètres au-dessus de son angle interne. Il en résulte que l'angle inférieur s'élève en proportion de l'abaissement de l'angle externe et se rapproche de la ligne médiane en faisant une saillie sous la peau.

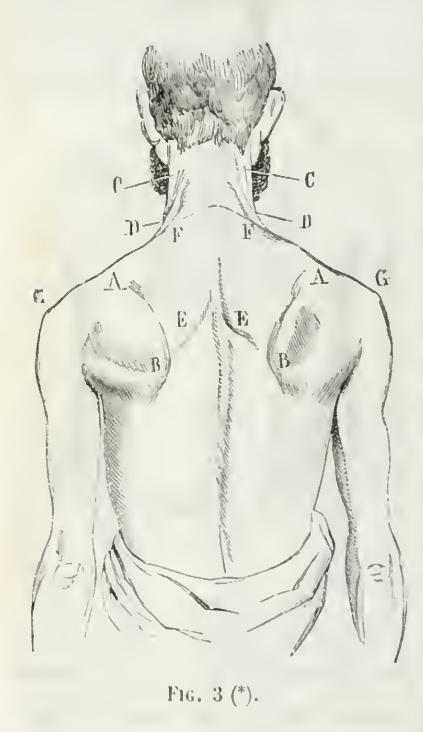



FIG. 3 (*).

La figure 3 représente l'attitude vicieuse des épaules d'un nommé Bonnard (1) dont le trapèze était entièrement atrophié.

(*) Attitude vicieuse des omoplates pendant le repos musculaire, consécutivement à l'atrophie complète des deux trapèzes, l'angulaire de l'omoplate étant intact. — Les angles inférieurs B, B, des omoplates sont plus rapprochés de la ligne médiane, tandis que les angles internes A, A, en sont plus éloignés ; le bord spinal de cet os a une direction oblique de bas en haut et de dedans en dehors. — Le moignon de l'épaule est abaissé. — Chez ce sujet, les grands dorsaux étaient également atrophiés.

(1) L'histoire complète de ce malade a été rapportée avec détail dans

On remarque que ses omoplates sont comme suspendues par leurs angles internes A, A, qui sont plus élevés que leurs angles externes G, G, et plus éloignés de la ligne médiane, tandis que les angles inférieurs B, B sont plus rapprochés de la ligne médiane qu'à l'état normal. Ses angulaires D D sont très-développés; leur saillie fait un relief considérable, quand il élève les épaules. J'ai observé sur plusieurs malades cette même difformité à un degré bien plus prononcé.

Ce mouvement de rotation de l'angle externe G et de l'angle inférieur de l'omoplate sur son angle interne est d'autant plus étendu que l'atrophie du tiers moyen et de la portion inférieure du trapèze est plus complète; il est encore favorisé par l'action de l'angulaire qui est toujours un des derniers atteints par cette maladie.

8. Afin de bien comprendre le mécanisme de cette difformité de l'épaule, on peut comparer l'omoplate à un triangle suspendu par son sommet qui est représenté (fig. 3) par l'angle interne A auquel s'attache l'angulaire de l'omoplate D. Dans ce cas, c'est le poids du membre qui abaisse l'angle externe, lequel n'est plus retenu par le tiers moyen du trapèze; c'est lui aussi qui fait remonter l'angle inférieur B.

9. L'explication que je viens de donner du mécanisme de cette difformité est tellement exacte, qu'il suffit de la conservation d'une portion du faisceau acromial du trapèze pour empêcher ce mouvement de bascule de l'omoplate, surtout si l'angulaire vient à être atteint d'atrophie, en même temps que les deux portions inférieures du trapèze. On voit alors le scapulum s'abaisser en masse sans exécuter le moindre mouvement de bascule.

mon livre *De l'électrisation localisée et de son application à la pathologie et à la thérapeutique*, 1re édit., Paris, 1855, p. 818, 2e édit., 1861, p. 535.

C'est ce que j'ai constaté dans tous les cas analogues, et entre autres chez le sujet dont la difformité est représentée dans la figure 2. Ce malade ayant perdu le tiers moyen de son trapèze droit à l'exception d'une partie notable de son faisceau acromial, présente, de ce côté, un abaissement de l'angle externe de l'omoplate, sans que pour cela l'angle inférieur A soit plus rapproché de la ligne médiane que l'angle interne B, et sans que le bord spinal ait pris une direction plus oblique de bas en haut et de dedans en dehors qu'à l'état normal.

Au contraire, chez le sujet de la figure 3, dont les trapèzes sont affectés de la même manière et dont les épaules sont également abaissées, les angles inférieurs B, B, et externes G, G, ont exécuté un mouvement de rotation sur les angles internes A A, de telle sorte que les angles inférieurs B, B, sont plus rapprochés de la ligne médiane, et que les bords spinaux sont devenus obliques de dedans en dehors et de bas en haut.

On verra par la suite que le mouvement de bascule de l'omoplate sur son angle externe est encore plus exagéré, quand, à l'atrophie des deux tiers inférieurs du trapèze qui en est la cause, s'ajoute celle du grand dentelé.

10. La portion claviculaire du trapèze et la portion inférieure du grand dentelé, congénères des faisceaux qui s'attachent à l'acromion et à la moitié externe de l'épine de l'omoplate, pour l'élévation du moignon de l'épaule, devraient, selon toute apparence, s'opposer à ce mouvement de bascule de l'omoplate, à cet abaissement de l'épaule; cependant l'observation pathologique prouve qu'il n'en est rien.

Les malades souffrent beaucoup de cette chute des omoplates qui n'offrent plus de point fixe assez solide à leur bras, malgré

l'intégrité de la portion claviculaire du trapèze, malgré la conservation du rhomboïde, de l'angulaire de l'omoplate et du grand dentelé, alors même que ces muscles sont très-développés.

11. Le poids du membre supérieur, la force tonique des pectoraux et du grand dorsal, tels sont les causes qui produisent l'abaissement de l'épaule et de l'omoplate, consécutivement à l'atrophie de la portion moyenne du trapèze. Néanmoins le poids du membre supérieur suffirait alors pour occasionner cette attitude vicieuse de l'épaule, comme je l'ai constaté chez plusieurs malades qui avaient perdu les pectoraux et les grands dorsaux, et dont les épaules se sont abaissées à la suite de l'atrophie du tiers moyen des trapèzes. Bonnard qui est représenté dans les figures 3 et 4 en est un exemple remarquable.

12. Lorsque les deux omoplates s'écartent de chaque côté de la ligne médiane, consécutivement à l'atrophie du tiers inférieur et d'une portion du tiers moyen des trapèzes, le diamètre transversal, mesuré d'un moignon à l'autre, s'agrandit, et le dos s'arrondit (voy. fig. 1 et 3), tandis que la face antérieure de la poitrine se creuse et que les clavicules deviennent plus saillantes (voy. fig. 4).

Le mouvement des omoplates en avant et en dehors, qui dans ce cas produit cette voussure transversale du dos et cet enfoncement de la poitrine, est dû principalement sans doute à la prédominance de force tonique du grand dentelé et des pectoraux.

Je suis cependant porté à penser, d'après les faits cliniques déjà cités, et surtout d'après le cas de Bonnard dont les pectoraux avaient entièrement disparu (voy. fig. 4), que les épaules, entraînées par le poids du membre supérieur, ont

une tendance naturelle, indépendamment de l'action musculaire, à prendre cette attitude.

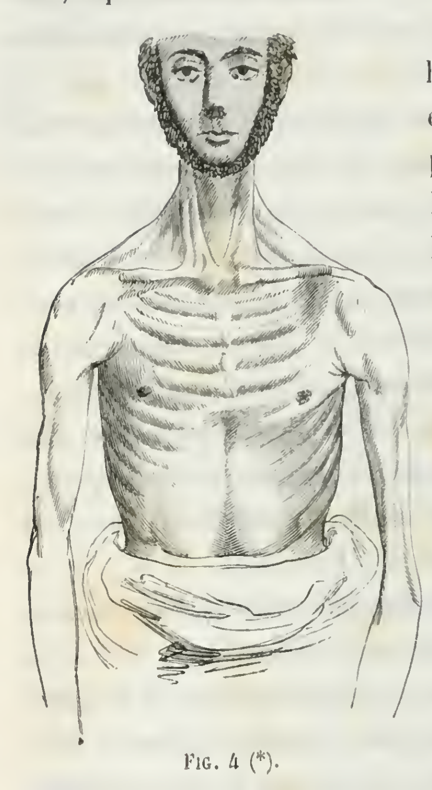


Fig. 4 (*).

13. Il a été établi plus haut que le faisceau claviculaire du trapèze est impuissant pour maintenir, à lui seul, par sa force tonique le moignon de l'épaule à sa hauteur normale. Cela provient-il de ce que ce faisceau a moins d'action sur le moignon de l'épaule comme élévateur, ainsi que je l'ai démontré par mes expériences électro-physiologiques?

J'ai observé l'atrophie complète de la portion claviculaire et de la portion moyenne du trapèze, et je n'ai pas remarqué cependant que l'épaule fût plus abaissée que lorsque l'atrophie a détruit seulement la portion moyenne de ce muscle.

B. — Troubles dans les mouvements volontaires de l'épaule.

14. Les malades qui sont privés des portions inférieures des trapèzes peuvent encore effacer les épaules par l'action des

(*) Abaissement du moignon de l'épaule de chaque côté, et concavité antérieure de la poitrine, produite par l'atrophie complète des trapèzes. — Le sujet représenté dans cette figure 4 avait aussi perdu ses pectoraux et ses fléchisseurs de l'avant-bras, ainsi qu'on peut le voir.

faisceaux supérieurs des grands dorsaux, ce qui sera démontré par la suite.

Mais s'ils veulent rapprocher les omoplates avec force, le rhomboïde entraîne à l'instant, dans le sens de son action propre, l'omoplate qui n'est plus modérée par la portion inférieure du trapèze, c'est-à-dire qu'il fait tourner cet os sur son angle externe en même temps qu'il l'élève en totalité avec le membre supérieur.

Ce phénomène pathologique est plus frappant lorsque le sujet a perdu la portion inférieure seulement de l'un de ses trapèzes.

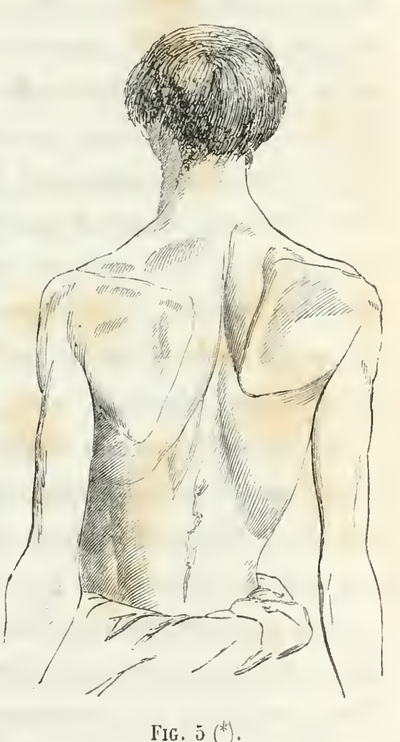


Fig. 5 (*).

Ainsi, quand on dit au sujet représenté dans la figure 2 et dont le trapèze, on se le rappelle, n'est atrophié que du côté droit, de rapprocher vivement et avec force les épaules, on voit son omoplate droite, obéissant seulement à l'action du rhomboïde, prendre la position que ce muscle a le pouvoir de lui donner, tandis que, du côté sain, l'omoplate se rapproche de la ligne mé-

(*) Mouvement en sens contraire des épaules, chez un sujet qui, ayant perdu les deux tiers inférieurs de son trapèze droit, essaye de rapprocher ses omoplates de la ligne médiane. Le scapulum droit, privé de l'action de son trapèze, obéit au rhomboïde en s'élevant, tandis que le scapulum gauche exécute son mouvement naturel par l'action combinée de la moitié inférieure du trapèze et du rhomboïde.

diane, par un mouvement normal, sous l'influence de l'action combinée du rhomboïde, du trapèze et de la portion supérieure du grand dorsal (voy. fig. 5).

15. Les sujets privés des faisceaux du trapèze qui s'attachent à l'acromion et à la moitié externe de l'épine de l'omoplate et qui rapprochent l'omoplate de la ligne médiane se plaignent seulement d'un peu de faiblesse, quand ils écartent les bras du tronc. Ne pourrait-on pas attribuer cette diminution de force au relâchement des faisceaux du grand dentelé raccourci, qui, ainsi qu'on le verra plus tard, concourt puissamment au mouvement d'élévation du bras, relâchement consécutif au grand mouvement de dedans en dehors et d'arrière en avant du bord spinal de l'omoplate, et qu'on observe à la suite de la destruction de la portion inférieure du trapèze et des faisceaux qui s'attachent à la moitié interne de l'épine de l'omoplate.

16. Mais si la portion moyenne et la portion inférieure du trapèze sont à la fois frappées d'atrophie, l'épaule semble se détacher de la cage thoracique et n'offre plus un point d'appui aussi solide à l'humérus.

Aussi cette atrophie des deux portions inférieures du trapèze occasionne-t-elle un tiraillement des liens qui attachent l'épaule au tronc, à tel point que les malades éprouvent une grande fatigue et même des douleurs qui nécessitent l'emploi d'un moyen contentif pour soustraire l'épaule au poids du membre supérieur. Alors souvent les malades se mettent, pendant le jour, dans la position horizontale, afin de soulager leurs épaules dont l'articulation, sans ce repos, deviendrait douloureuse.

17. Certains mouvements du bras se font alors difficilement, parce qu'ils sont privés du concours nécessaire des faisceaux

moyens du trapèze, surtout dans les travaux qui exigent beaucoup de force musculaire. — Je reviendrai sur ce sujet quand j'aurai à exposer le mécanisme de l'élévation physiologique du bras, en traitant de l'étude électro-physiologique et pathologique du deltoïde.

18. La conservation de la portion claviculaire, alors que les autres muscles élévateurs de l'omoplate n'existent plus, permet encore aux malades d'élever volontairement l'épaule, mais avec peine et à une hauteur beaucoup moins grande.

Si l'on fait respirer fortement un sujet qui n'a plus que la portion claviculaire du trapèze, on voit l'épaule du côté malade s'élever aussi bien que celle du côté sain.

19. La portion claviculaire du trapèze est l'*ultimum moriens* du muscle. En effet, sur une vingtaine d'atrophies plus ou moins avancées du trapèze, que j'ai observées, j'ai vu seulement trois fois cette maladie en détruire presque entièrement la portion claviculaire.

Cette résistance à l'action destructive de l'atrophie graisseuse progressive est due, sans doute, à la richesse d'innervation de ce faisceau musculaire. J'ai déjà rappelé que le faisceau claviculaire reçoit non-seulement des filets du nerf trapézien, émané lui-même du plexus cervical, mais que le rameau qui lui vient du spinal, s'épuise presque en entier dans son tissu.

Ce qui démontre que la portion claviculaire du trapèze jouit d'une fonction toute spéciale dans l'acte de la respiration, c'est que si elle vient à disparaître, l'épaule ne s'élève plus pendant les grandes inspirations, malgré la conservation des autres parties du trapèze.

## ARTICLE II.

### RHOMBOÏDE.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. Expériences.

I. Si les rhéophores sont placés sur les faisceaux les plus supérieurs du rhomboïde, le scapulum exécute un mouvement oblique et en masse, de bas en haut et de dehors en dedans.

II. Si l'on promène les rhéophores de haut en bas sur chacun des faisceaux du rhomboïde, on voit l'omoplate, pendant qu'il obéit au mouvement que je viens de décrire, tourner sur son angle externe, de telle sorte que l'angle inférieur s'élève et s'approche de la ligne médiane. Ce mouvement de rotation du scapulum est d'autant plus grand que les faisceaux qui le produisent sont situés plus inférieurement.

III. Fait-on contracter à la fois tous les faisceaux du rhomboïde, le scapulum tourne sur son angle externe qui reste fixe; puis, dans un second temps, cet os est porté en masse dans l'élévation directe.

Au maximum de contraction de ce muscle, on constate : 1° que l'angle interne du scapulum s'est élevé, terme moyen, de 1 à 3 centimètres, et l'acromion de 1 centimètre à 1 centimètre et demi; 2° que le bord spinal de cet os a pris une direction oblique de haut en bas et de dehors en dedans, de manière que son angle interne se trouve à une distance plus éloignée de la ligne médiane, tandis que son angle inférieur en est très-rapproché.

IV. La contraction du rhomboïde ne tire pas le moignon de l'épaule d'avant en arrière, comme la contraction du trapèze.

V. Si le bras est placé dans l'élévation verticale, au moment où l'on fait contracter le rhomboïde, on le voit s'abaisser d'autant plus que l'angle inférieur de l'omoplate s'élève davantage en se rapprochant de la ligne médiane. Le bras peut alors être abaissé au-dessous de la direction horizontale.

### B. — Remarques.

20. C'est surtout lorsque le rhomboïde a subi une grande élongation par l'abaissement de l'omoplate et par l'écartement de son bord spinal, élongation qui se produit à la suite de la destruction du trapèze, que l'on peut juger de l'étendue et de l'énergie des mouvements qu'il imprime au scapulum.

J'ai répété cette expérience dans le grand amphithéâtre de l'École de médecine, pendant une leçon de physiologie du professeur Ph. Bérard, sur un sujet que je trouvai dans ces conditions. Pendant la contraction énergique des rhomboïdes de cet individu, ses omoplates tournaient sur leurs angles externes au point que les angles inférieurs des deux os s'élevaient presque au niveau des angles externes.

21. Les physiologistes attribuaient au rhomboïde une grande part d'action dans les mouvements qui rapprochent l'omoplate de la ligne médiane ; l'expérimentation électro-musculaire m'a appris qu'il produit faiblement ce mouvement, et encore n'est-ce que par quelques-uns de ses faisceaux supérieurs.

22. Tous les faisceaux du rhomboïde se dirigeant de dedans en dehors et de haut en bas, il semble au premier abord que la contraction de ce muscle devrait avoir pour résultat l'élévation de l'omoplate obliquement en dedans et en haut, sans changement dans le parallélisme du bord interne de

l'omoplate et de la colonne vertébrale. Puisque les choses se passent différemment, quelle peut en être la cause?

On pourrait, jusqu'à un certain point, expliquer la prédominance d'action du rhomboïde sur l'angle inférieur du scapulum par le développement beaucoup plus considérable de sa moitié inférieure. Mais supposons que toutes les fibres de ce muscle agissent avec une égale puissance, l'omoplate devra tourner encore sur son angle externe; car la résistance de son bord spinal à l'action des fibres du rhomboïde n'est pas égale dans tous les points de sa hauteur. Elle doit être, au contraire, d'autant moindre, qu'on approche davantage de l'angle inférieur, le poids du membre supérieur fixant l'angle externe; cela n'a pas besoin d'être démontré. L'omoplate a donc une grande tendance à rouler sur un de ses angles (l'angle externe), comme autour d'un axe, par l'action du rhomboïde.

23. Mais ce mouvement de rotation ayant ordinairement une certaine limite, en raison de la résistance tonique de son principal antagoniste, le grand dentelé, si la contraction du rhomboïde continue, l'omoplate s'élève directement et en masse.

24. Le mouvement de rotation de l'omoplate, qui compose le premier temps de l'action du rhomboïde, est loin d'être toujours aussi étendu que chez le sujet dont il a été question plus haut. Ordinairement l'angle inférieur s'élève seulement de 2 centimètres à 2 centimètres et demi, et après ce mouvement l'élévation directe de l'épaule se produit.

25. Lorsque l'élévation du moignon de l'épaule a lieu sans effort, comme dans l'action de hausser les épaules par un mouvement dédaigneux, elle s'effectue principalement par la contraction de la portion moyenne du trapèze : c'est ce qu'il est

facile de constater chez les sujets dont le rhomboïde est sous-cutané ; on le sent alors dans le relâchement complet, pendant cette élévation sans effort.

L'épaule rencontre-t-elle de la résistance, dans ce mouvement d'élévation, comme lorsqu'on porte un lourd fardeau sur l'épaule, on voit d'autres muscles, combinant leur action, se contracter énergiquement; parmi ces derniers, c'est le rhomboïde qui agit avec le plus de force.

Il serait superflu d'exposer le mécanisme de l'action combinée du rhomboïde et du trapèze, d'où résulte l'élévation directe de l'épaule, car on trouve ces détails dans la plupart des traités d'anatomie. J'examinerai néanmoins, dans le paragraphe suivant, s'il est vrai qu'on doive accorder la plus grande part d'action au grand dentelé pour l'exécution de ce mouvement. J'y établirai aussi, expérimentalement, que le rhomboïde est un muscle inspirateur.

26. Il ressort d'une des expériences exposées plus haut que le rhomboïde peut abaisser le bras au-dessous de la direction horizontale, quand celui-ci est placé dans l'élévation verticale, ou que ce muscle contracté ne permet pas au bras de s'élever au-dessus d'une ligne qui forme un angle aigu avec le tronc. Je renvoie, pour l'explication de ce phénomène, à l'étude électro-physiologique du deltoïde.

## § II. — Physiologie pathologique.

### A. — Troubles dans l'attitude de l'épaule.

27. Si la destruction de quelques faisceaux de la portion moyenne du trapèze et de ceux qui composent sa portion inférieure suffit pour que le scapulum soit entraîné en dehors et en avant, je ne me crois pas autorisé à conclure

d'une manière absolue que le rhomboïde ne concourt pas avec le trapèze à maintenir le bord spinal du scapulum à une distance normale de la ligne médiane. Ce concours, toutefois, doit être extrêmement faible, parce que le rhomboïde épuise sa force tonique principalement pour faire exécuter à l'omoplate un mouvement de rotation sur son angle externe.

28. La force tonique du rhomboïde remplit un rôle pour le moins aussi important que celle de la portion inférieure du trapèze, car elle concourt à maintenir solidement appliqué contre la paroi thoracique le bord spinal du scapulum. Toutes les fois, en effet, que j'ai observé l'atrophie du rhomboïde, j'ai vu le bord spinal du scapulum s'éloigner des parois thoraciques, et cela d'autant plus que l'atrophie était plus avancée. Il en résulte, on le conçoit, que le bord spinal du scapulum fait un relief plus ou moins considérable sous la peau, et que l'espace compris entre ce bord et la colonne vertébrale se déprime en formant une sorte de gouttière verticale.

Lorsque la portion inférieure du trapèze et le rhomboïde sont à la fois atrophiés, la gouttière que l'on voit entre le bord spinal de l'omoplate et la colonne vertébrale se creuse davantage. On fait disparaître momentanément cette surface concave en faisant porter au malade les bras horizontalement en avant; car si son grand dentelé est intact, l'omoplate tourne à l'instant, de manière que son angle inférieur s'avance en dehors et en avant, et que son bord spinal s'applique contre les parois latérales de la cage thoracique (j'expliquerai plus loin le mécanisme de ce mouvement, lorsque j'en serai à l'étude pathologique du grand dentelé).

29. Enfin la perte de la force tonique du rhomboïde produit un déplacement de l'angle inférieur de l'omoplate en dehors et en avant. Ce déplacement est le résultat de la pré-

pondérance d'action tonique du grand dentelé qui fait plus ou moins tourner le scapulum sur l'angle interne, selon le degré d'atrophie du rhomboïde.

30. Quelles sont donc les forces toniques qui sollicitent l'omoplate à tourner sur son axe vertical, de façon que si le rhomboïde vient à ne plus maintenir le bord spinal de cet os, ce bord se porte d'avant en arrière, et l'angle externe du même os d'arrière en avant? Je ne vois dans ce cas d'autre action tonique que celle qui provient des petit et grand pectoraux. Le premier tire l'angle externe du scapulum obliquement de haut en bas et d'arrière en avant; le second agit plus puissamment que le petit pectoral d'arrière en avant sur l'angle externe du scapulum, mais indirectement et par l'intermédiaire de l'humérus.

### B. — Troubles dans les mouvements volontaires de l'épaule.

31. Les mouvements qui exigent que le bord spinal de l'omoplate soit solidement fixé contre le thorax et attiré puissamment vers la ligne médiane, sont affaiblis ou annulés par suite de l'atrophie du rhomboïde.

On sait, en effet, que le rhomboïde et le grand dentelé agissent, pour ainsi dire, comme un seul muscle dont les fibres seraient interrompues transversalemenent par le bord spinal de l'omoplate, lorsque le point fixe est à la colonne vertébrale. Dans ce cas, évidemment l'atrophie du rhomboïde affaiblit et même annule l'action inspiratrice du grand dentelé.

32. Il y a encore un autre mouvement qui se trouve très-affaibli par la perte du rhomboïde. C'est le mouvement qui porte le bras en arrière et en dedans. Si le bras se trouve éloigné du tronc, ce mouvement se fait, on le sait, avec une

grande force sous l'influence des muscles qui vont de l'humérus à l'omoplate et de celui-ci à la colonne vertébrale (le rhomboïde, le grand rond et le tiers postérieur du deltoïde).

Pour que ces deux derniers muscles aient une action sur l'humérus, quand la résistance qui retient ce membre est grande, il faut que le bord spinal du scapulum soit fixé puissamment par le rhomboïde ; car, dans le cas contraire, au lieu de rapprocher l'humérus du scapulum, c'est celui-ci qui est attiré vers le premier.

C'est, en effet, ce que j'ai constaté chez plusieurs sujets dont le rhomboïde était à peu près entièrement atrophié et dont le grand rond et le deltoïde étaient encore assez puissants. On ne pouvait alors attribuer ce mouvement de l'omoplate au grand dentelé, car dans un cas où ce muscle était complétement atrophié, ainsi que le rhomboïde, ce même mouvement n'en avait pas moins lieu. Il serait d'ailleurs impossible de commettre alors cette erreur, à cause de la différence d'action du grand dentelé et du grand rond.

On conçoit donc que le défaut d'action du rhomboïde doive produire un affaiblissement considérable dans ce mouvement. — Je démontrerai par la suite que malgré la destruction du rhomboïde et du trapèze, les malades rapprochent encore les bords spinaux des omoplates avec énergie, et qu'il est facile de constater que ce mouvement est opéré par les faisceaux supérieurs du grand dorsal.

33. La contracture du rhomboïde place l'omoplate dans la même attitude que la contraction continue de ce muscle sous l'influence du courant d'induction.

La figure 6, dessinée d'après nature, représente l'attitude vicieuse dans laquelle l'omoplate se plaçait, pendant le repos

musculaire, chez une jeune fille qui était affectée d'une contracture du rhomboïde.

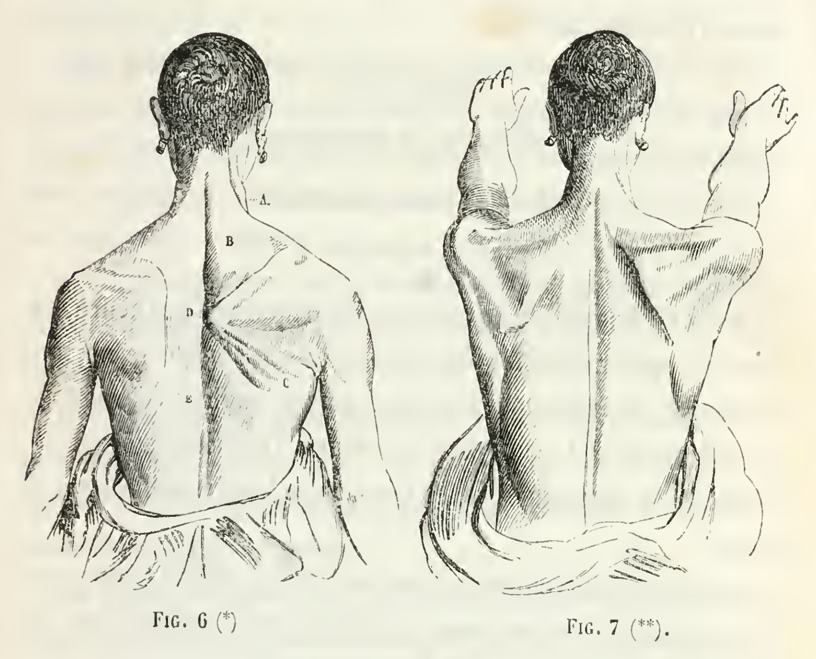



Fig. 6 (*)

Fig. 7 (**).

Si l'on compare cette figure 6 à la figure 5 où le rhomboïde est faradisé, on voit que le mouvement et l'attitude de l'omoplate sont les mêmes.

Ainsi, la pathologie et l'électro-physiologie se trouvent dans un parfait accord pour démontrer l'action du rhomboïde sur l'omoplate.

Pendant l'élévation du bras en avant (fig. 7), cet os exé-

(*) Attitude vicieuse de l'omoplate pendant le repos musculaire, produite par la contracture du rhomboïde. L'angle inférieur D du scapulum est remonté presque au niveau de l'angle externe de cet os, et se trouve très-rapproché de la ligne médiane. Une tumeur B occasionnée par la contracture du rhomboïde existe en dedans et au-dessus du bord spinal du scapulum.

(**) La jeune fille, affectée de contracture et représentée dans la figure 6, élève les deux bras en avant; alors la difformité disparaît et l'omoplate droite exécute son mouvement normal, comme du côté sain, ce qui prouve l'intégrité de son grand dentelé droit.

cutait ses mouvements normaux du côté droit, comme du côté opposé (voy. la fig. 6), ce qui prouve que le grand dentelé droit n'était pas paralysé.

## ARTICLE III.

### ANGULAIRE DE L'OMOPLATE.

#### § I. — Électro-physiologie.

##### A. — Expériences.

Sous l'influence de l'excitation électrique de l'angulaire, on voit le scapulum tourner légèrement sur son angle externe, qui reste fixe, de façon que les deux autres angles s'élèvent de 1 centimètre à 1 centimètre et demi, l'inférieur se rapprochant de la ligne médiane et faisant une légère saillie sous la peau.

Après ce mouvement, et quelquefois en même temps que lui, l'épaule s'élève en masse de 2 à 3 centimètres et demi, et la tête s'incline légèrement du côté excité.

##### B. — Remarques.

34. L'angulaire de l'omoplate, dit Winslow (1), a été mal à propos nommé releveur propre de l'épaule, puisqu'il ne peut produire cette action et qu'il en produit une toute contraire. — Plus haut, il avait écrit que l'angulaire, en relevant l'angle interne, abaisse l'acromion. — Depuis lors, tous les auteurs ont reproduit l'opinion du grand anatomiste.

C'est sans doute d'après cette théorie des prétendus mouvements de l'omoplate sur un axe central fictif, théorie inventée aussi par Winslow, que l'on s'était imaginé que l'an-

(1) Winslow, *Exposition anatomique de la structure du corps humain*, 1732, p. 301.

gulaire devait, comme le rhomboïde, abaisser le moignon de l'épaule, pendant qu'il élevait l'angle interne du scapulum.

Mais l'expérimentation électro-physiologique a fait justice de cette erreur, née sans doute des expériences cadavériques où les conditions de résistance tonique des antagonistes des muscles, sur lesquels on exerce des tractions mécaniques, ne sont plus les mêmes.

35. L'élévation de l'angle interne de l'omoplate se fait donc par un mouvement de rotation sur son angle externe, qui reste fixe.

Mais ce mouvement assez limité est bientôt suivi, quelquefois même accompagné d'un mouvement d'élévation en masse de l'épaule, comme l'avaient parfaitement indiqué les prédécesseurs de Winslow.

On verra plus loin les faits pathologiques démontrer, ou plutôt confirmer les déductions que je tire de l'expérimentation électro-physiologique.

### § II. — Physiologie pathologique.

36. La pathologie démontre, ainsi que l'électro-physiologie, la puissance de l'angulaire de l'omoplate, comme élévateur de l'épaule. Ainsi, j'ai vu des sujets qui, n'ayant plus que l'angulaire pour élever l'épaule, exécutaient encore ce mouvement avec une grande énergie.

On voyait alors l'angulaire faire un relief, d'autant plus considérable au sommet du triangle sous-claviculaire, que la portion claviculaire du trapèze atrophié ne pouvait plus le masquer.

37. L'influence tonique de l'angulaire sur l'attitude de l'omo-

plate se fait le plus sentir lorsque la portion moyenne du trapèze est atrophiée.

J'ai dit, en effet, on se le rappelle, à l'occasion de l'étude pathologique du trapèze, que l'angle externe du scapulum est alors affaissé par le poids du membre supérieur, tandis que l'angle inférieur est élevé et rapproché de la ligne médiane, l'os étant comme suspendu par son angle interne auquel s'attache l'angulaire intact.

Cette attitude de l'omoplate a une grande ressemblance avec celle qui lui est imprimée par la contracture du rhomboïde. — J'ai indiqué ailleurs, au sujet du diagnostic de ces affections, comment on distingue ces différents cas pathologiques.

38. Je m'attendais à voir l'angle interne du scapulum abaissé par la prédominance du grand dentelé, consécutivement à l'atrophie de l'angulaire. Il n'en est pas ainsi cependant ; le rhomboïde suffit sans doute alors pour modérer l'action du grand dentelé. Toutefois on a vu (n° 9) que, lorsqu'à l'atrophie de l'angulaire s'ajoute celle de la portion moyenne du trapèze, l'angle interne et l'angle externe s'abaissent en même temps.

39. Avant que j'eusse observé la contracture ou le spasme continu de l'angulaire, j'avais déjà déduit de l'expérimentation électro-physiologique, qu'il doit nécessairement résulter de cette affection une élévation de l'angle inférieur et un rapprochement de celui-ci de la ligne médiane, *sans abaissement de l'angle externe.*

J'en ai dit précédemment autant de la contracture du rhomboïde, ajoutant que, dans ces derniers cas, l'élévation de l'angle inférieur devait être plus grande. C'est ce qui a été démontré plus tard par des faits que j'ai rapportés dans

les déductions applicables au diagnostic des difformités de l'épaule (1).

L'attitude vicieuse que prend alors le scapulum est analogue à celle qui est représentée dans la figure 6.

En résumé, il ressort de ces observations, que la pathologie confirme ce fait établi déjà par l'expérimentation électro-musculaire, à savoir, que l'angulaire de l'omoplate, comme le rhomboïde, fait tourner le scapulum sur son angle externe qui reste fixe, et en conséquence que l'existence d'un axe fictif, placé au centre du scapulum, et sur lequel les anatomistes ont fait tourner cet os sous l'influence de chacun de ses muscles, est une erreur produite par l'expérimentation cadavérique.

## ARTICLE IV.

### GRAND DENTELÉ.

#### § I. — Électro-physiologie.

Le grand dentelé est accessible à l'action directe de l'électricité dans tout l'espace compris entre le grand pectoral et le grand dorsal, espace dans lequel une portion de ses sept dernières digitations est sous-cutanée.

Mais les quatre dernières digitations n'offrent en avant du grand dorsal qu'une petite partie de leurs extrémités antérieures, de telle sorte qu'on n'obtient en général qu'une action très-faible par leur excitation.

Les autres digitations, surtout les quatrième, cinquième et sixième, déterminent, chez les sujets très-musclés, d'assez beaux mouvements du scapulum que je décrirai bientôt.

C'est sur le gros faisceau radié qui s'attache à l'angle infé-

(1) *De l'électrisation localisée*, 2e édition, chap. XX, p. 880.

rieur de l'omoplate et vers lequel convergent les cinquième, sixième, septième, huitième, neuvième et dixième digitations, qu'il faut concentrer la force électrique pour avoir une idée de l'action réelle de la portion inférieure du grand dentelé. Malheureusement ce faisceau est recouvert à l'état normal par le grand dorsal, et il est par conséquent inaccessible à la faradisation directe.

L'atrophie musculaire graisseuse progressive qui souvent détruit la couche superficielle des muscles du tronc m'a offert bien des fois l'occasion de trouver sous la peau ce faisceau parfaitement conservé. — Chez les jeunes sujets, les faisceaux supérieurs du grand dorsal sont très-peu développés ou n'existent pas dans ce point. Je vais décrire les mouvements que j'ai obtenus en faisant contracter chacune des portions de ce muscle.

A. — Expériences.

I. L'excitation électrique, à un courant modéré, du faisceau qui constitue la portion inférieure du grand dentelé, imprime à l'omoplate un mouvement de rotation de l'omoplate sur son angle interne, par suite duquel l'acromion s'élève, tandis que l'angle inférieur est porté en avant et en dehors.

II. Après son mouvement de rotation, l'omoplate s'élève en masse, de la même manière que par la contraction de la portion moyenne du trapèze.

J'ai pu faire contracter les troisième, quatrième et cinquième digitations du grand dentelé qui font partie, on le sait, de la portion moyenne, et j'ai constaté que chacune d'elles élève aussi l'acromion, mais d'autant moins qu'elles sont situées plus haut.

III. Si l'on excite à la fois les digitations de la partie

moyenne et celles de la partie inférieure du grand dentelé, l'omoplate se porte en masse en avant, en dehors et en haut.

Pendant ce mouvement, le bord spinal de l'omoplate s'éloigne de la ligne médiane de 2, 3 et même 4 centimètres, en tournant sur son angle interne, il s'applique contre la paroi thoracique en faisant à la surface de la peau une dépression

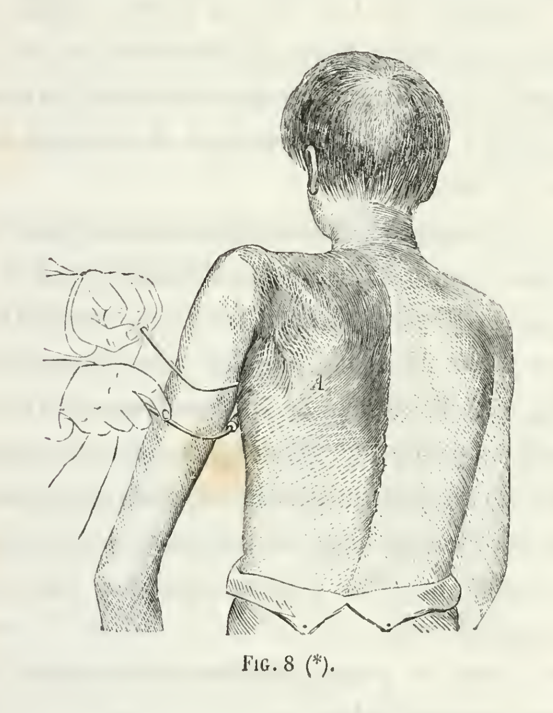



Fig. 8 (*).

(fig. 8, A), qui indique la direction un peu oblique de haut en bas, et de dedans en dehors, du bord spinal de l'omoplate.

La contraction en masse de tous les faisceaux du grand dentelé, par l'excitation directe de son nerf propre au-dessus de

(*) Mouvement du scapulum produit par la contraction électrique des portions moyenne et inférieure du grand dentelé. — Le scapulum se porte obliquement en haut, en dehors et en avant, et le bord spinal de cet os, appliqué contre le thorax, imprime à la peau un sillon profond A.

la clavicule (dans un point que j'ai indiqué ailleurs) (1), produit exactement le même mouvement de l'omoplate.

B. — Remarques.

40. On voit que la portion inférieure du grand dentelé fait tourner l'omoplate sur l'un de ses angles, l'angle interne qui reste fixe, en même temps qu'elle élève l'angle externe, et cela par un mécanisme analogue à celui que j'ai exposé en étudiant l'action électro-physiologique des muscles trapèze, rhomboïde et angulaire.

41. Les physiologistes et les anatomistes ont professé jusqu'à ce jour que les mouvements d'élévation, soit de l'angle externe, soit de l'angle interne de l'omoplate, qui ont lieu sous l'influence de chacun de ces muscles, sont toujours, ainsi que je l'ai déjà dit à l'occasion de l'action propre de l'angulaire de l'omoplate, le résultat d'un mouvement de bascule de cet os. Ils ont supposé qu'alors le scapulum tourne sur un axe fictif qui traverserait sa partie moyenne, de telle sorte que l'angle externe ne peut s'élever sans que l'angle interne s'abaisse et *vice versâ*.

Or, les choses se passent différemment comme l'expérimentation vient de l'établir.

Ainsi on ne voit jamais, pendant la contraction électrique de ces différents muscles ou portions musculaires, que l'angle interne s'abaisse quand l'angle externe s'élève, et *vice versâ*. En plaçant un doigt sur l'un ou l'autre de ces angles, il est très-facile de constater que le scapulum tourne sur chacun d'eux comme sur un axe.

L'expression de mouvement de bascule de l'omoplate,

(1) *De l'électrisation localisée*, 2e édition, chap. II, p. 64.

appliquée à celui qui produit l'élévation ou l'abaissement de ses angles externe ou interne, donne donc une idée fausse du mécanisme des mouvements imprimés au scapulum par l'action isolée de ses muscles ou portions musculaires. C'est pourquoi je les appellerai mouvements de rotation sur l'angle externe ou interne qui reste en place, tandis que l'angle opposé s'élève.

42. M. le professeur Cruveilhier a comparé le mécanisme des mouvements que l'omoplate exécute sous l'influence de certaines portions du trapèze à celui d'un mouvement de sonnette.

Cette comparaison est des plus heureuses et peut servir à faire bien comprendre les nouveaux faits physiologiques que je viens d'exposer; car, dans le mouvement de sonnette, deux angles tournent toujours sur le troisième angle, qui reste fixe. C'est justement ce qui se passe dans les mouvements du scapulum par la contraction isolée des muscles en question.

Toutefois, je ferai remarquer que la comparaison n'est pas encore d'une exactitude parfaite; car, dans le mouvement de sonnette, l'axe est toujours placé à l'angle inférieur, tandis que pour l'omoplate il est toujours situé en haut, soit à l'angle externe, soit à l'angle interne.

Quoi qu'il en soit, la comparaison proposée par le savant professeur s'adapte merveilleusement au mouvement de rotation que l'omoplate exécute sur l'un de ses angles, ainsi que je viens de l'exposer.

43. Il ressort des expériences électro-physiologiques exposées précédemment, que tous les muscles qui, par leur contraction isolée, impriment à l'omoplate un mouvement de rotation, produisent en même temps des mouvements d'élévation en masse de cet os.

Cela tient à ce que les muscles producteurs du mouvement de rotation, ont à lutter avec des antagonistes que Winslow a appelés très-justement, modérateurs : qui leur opposent la résistance de leur force tonique et ne supportent qu'un degré donné d'élongation.

Ainsi, la portion inférieure du grand dentelé, comme la portion moyenne du trapèze, élève puissamment l'acromion en portant en avant et en dehors l'angle inférieur de l'omoplate. Ce dernier mouvement est bientôt limité par la moitié inférieure du rhomboïde et par l'angulaire, leurs modérateurs, quand ces muscles ont subi leur maximum d'élongation. Alors la contraction du grand dentelé ou de la portion moyenne du trapèze continuant, le scapulum se meut dans une direction où il ne rencontre aucune résistance, c'est-à-dire en haut, selon la direction de la résultante de forces combinées de ces muscles.

44. Les mouvements de rotation sur l'angle interne et d'élévation en masse de l'omoplate par le grand dentelé se compliquent, on l'a vu plus haut, d'un mouvement de totalité en avant et en dehors. C'est ce qui n'a pas lieu sous l'influence des autres muscles.

45. La portion inférieure du grand dentelé produit énergiquement l'élévation du moignon de l'épaule. Aussi tous les physiologistes lui ont-ils attribué la plus grande part dans l'action de porter de lourds fardeaux sur l'épaule.

Cette fonction du grand dentelé me paraît loin d'être démontrée, et voici sur quels faits je m'appuie.

Ayant fait élever l'épaule à plusieurs sujets, pendant qu'on appuyait fortement sur son moignon, de manière à provoquer de leur part un grand effort musculaire, j'ai constaté que le trapèze, le rhomboïde et le tiers supérieur du grand pectoral

étaient seuls contractés. Le grand dentelé restait flasque pendant l'expérience, pourvu que le bras fût appliqué contre le tronc. Si dans cette situation je portais l'excitation électrique sur les faisceaux rayonnés de la portion inférieure ou sur le nerf du grand dentelé, on sentait celle-ci durcir sous la main, c'est-à-dire que le muscle entrait seulement alors en action. — Un autre moyen de faire contracter, pendant l'expérience précédente, le grand dentelé, consiste à faire lever le bras au sujet.

46. Si le grand dentelé, dont l'action est puissante comme élévateur de l'épaule, n'intervient pas pour aider celle-ci à porter ou à soutenir un lourd fardeau, c'est probablement parce que sa contraction gênerait la respiration en maintenant soulevées les côtes sur lesquelles il prend son point d'appui.

En effet, les côtes diaphragmatiques seules seraient alors libres dans leur action; et encore cette liberté serait-elle très-limitée; car les muscles de l'abdomen se contractant énergiquement, lorsque l'on soulève un lourd fardeau, ces côtes diaphragmatiques seraient inévitablement fixées par leurs extrémites sternales.

47. En somme, il me paraît établi, par ce qui précède, que le grand dentelé ne se contracte pas dans l'action de porter un fardeau sur l'épaule, mais que cette fonction est dévolue à d'autres muscles, à savoir : la portion moyenne du trapèze, le rhomboïde et la portion supérieure du grand pectoral. (Je démontrerai par la suite que cette portion supérieure du grand pectoral agit également avec une grande force dans l'élévation de l'épaule.)

48. C'est dans l'action de pousser en avant avec le moignon de l'épaule, que le grand dentelé se contracte puissam-

ment, concurremment avec le grand pectoral; la pathologie donnera bientôt la démonstration de ce fait.

Il est des plus évidents chez les sujets dont la portion inférieure du grand dentelé et le rhomboïde sont devenus sous-cutanés consécutivement à l'atrophie du grand dorsal et de la portion inférieure du trapèze, et par conséquent susceptibles d'être excités directement.

Le grand dentelé a d'autres usages bien plus importants : il s'associe intimement à ceux du deltoïde, comme on le verra, quand je traiterai de l'action de ce muscle.

49. Le grand dentelé est-il inspirateur? C'est une question encore controversée, bien que sur ce point la plupart des physiologistes se prononcent pour l'affirmative.

Avant d'entrer dans l'étude électro-physiologique de la fonction inspiratrice du grand dentelé, je dois exposer quelques considérations préliminaires.

Pour que ce muscle mette en mouvement les côtes sur lesquelles il s'insère, il est nécessaire que l'omoplate soit préablement maintenu d'une manière solide par la contraction synergique du rhomboïde; dans le cas contraire, le thorax deviendrait le point fixe, et l'élévation de l'épaule, par le mouvement de rotation de l'omoplate sur son angle externe, serait le seul résultat de la contraction du grand dentelé, ainsi que le prouve l'expérimentation électro-physiologique. En conséquence, l'action du grand dentelé comme muscle inspirateur, exige, avant tout, la contraction synergique du rhomboïde.

50. Il faut démontrer maintenant que ce muscle peut agrandir la capacité thoracique, en élevant les côtes auxquelles il s'insère et en les tirant en dehors.

Voici l'expérience électro-physiologique que j'ai faite, dans ce but, sur un sujet dont le grand dentelé et le rhomboïde

étaient placés superficiellement sous la peau par suite de l'atrophie des muscles qui les recouvrent (le trapèze et le grand dorsal).

Ayant réglé deux appareils d'induction de telle sorte que l'intensité de l'un fût trois ou quatre fois plus grande que celle de l'autre, j'ai posé les rhéophores de celui-ci sur le faisceau radié qui reçoit les digitations de la portion inférieure du grand dentelé, tandis que les rhéophores du premier étaient posés sur le rhomboïde (c'est à peu près la dose d'excitation qu'il faut donner à chacun de ces muscles, quand on veut égaliser la force de leur contraction, de manière que l'angle inférieur de l'omoplate reste immobile pendant leur excitation simultanée). A l'instant où les appareils furent mis en activité, je constatai : 1° un mouvement d'élévation directe et en masse de l'omoplate ; 2° un mouvement en dehors et en haut de la portion convexe des côtes, dont la courbure me parut augmentée.

Pendant l'expérience, le sujet fit une inspiration bruyante qu'il ne pouvait, disait-il, empêcher. Je recommençai cette expérience en lui fermant la narine et la bouche, et il éprouva un grand besoin de respirer au moment de la contraction musculaire.

Le mouvement ascensionnel de l'omoplate qui a lieu, pendant le premier temps de cette expérience par la contraction simultanée du rhomboïde et du grand dentelé, et qui va jusqu'à 3 et 4 centimètres, est des plus favorables à l'action inspiratrice du grand dentelé, car il place les digitations supérieures et moyennes de ce muscle dans une direction oblique de bas en haut et de dehors en dedans, par rapport aux côtes auxquelles il s'insère, et augmente considérablement l'obliquité des digitations inférieures. On concevra dès lors

que toutes les digitations du grand dentelé agissant ainsi plus obliquement de bas en haut et de dedans en dehors, la capacité thoracique doive augmenter pendant leur contraction. L'expérimentation électro-physiologique ne saurait donner une idée complète de ce fait, car la contraction musculaire qui a lieu sous l'influence nerveuse se fait avec bien plus d'ensemble et bien plus d'énergie que par l'excitation électrique.

On ne peut cependant obtenir, dans l'expérience précédente, le beau mouvement d'élévation des côtes que l'on produit par l'excitation électrique des muscles intercostaux, comme je le démontrerai en traitant des muscles intercostaux.

Il m'a semblé voir, pendant la contraction de la portion inférieure du grand dentelé, une légère augmentation de la courbure de l'arc formé par les côtes et par leurs cartilages.

De quelque manière que l'on explique l'action du grand dentelé dans l'expérience que je viens d'exposer, il est incontestable qu'il agit à la manière d'un inspirateur et avec assez d'énergie.

51. Les physiologistes, en général, ne font intervenir l'action de ce muscle, comme inspirateur, que rarement et dans les cas extrêmes.

Selon MM. Beau et Maissiat (1), on a beau faire les inspirations les plus violentes, la main appliquée sur les digitations inférieures du grand dentelé ne peut parvenir à sentir la moindre apparence de contraction.

Ce n'est pas chose si facile que de sentir, de cette manière, la contraction des digitations du grand dentelé, même au moment où il se contracte énergiquement. Bien que, dans

(1) Beau et Maissiat, *Recherches sur le mécanisme des mouvements respiratoires, suivies de considérations pathologiques* (*Archives génér. de méd.*, décembre 1842 ; mars, juillet 1843).

leurs expériences, ces observateurs n'aient pu constater l'action du grand dentelé, il ne m'est pas prouvé que ce muscle ne se contractait pas. Chez un sujet dont le grand dentelé est sous-cutané, ainsi qu'on l'observe fréquemment dans l'atrophie musculaire progressive, que l'on applique en effet la main alternativement sur les digitations de ce muscle et sur le faisceau radié qui s'attache à l'angle inférieur du scapulum, on ne percevra pas la contraction même énergique de ce muscle dans le premier point ; elle est même à peine sensible dans le second, et encore faut-il alors saisir le faisceau radié entre les doigts.

Il n'est donc pas étonnant qu'à l'état normal, où il n'est possible de sentir les digitations du grand dentelé qu'en avant du grand dorsal, c'est-à-dire dans le point où ces digitations sont très-peu charnues, on n'ait pas constaté les contractions du grand dentelé pendant les grandes inspirations.

Ce qui ajoute encore aux difficultés de ces recherches, c'est le soulèvement des côtes produit simultanément par la contraction des intercostaux et du diaphragme pendant les grandes inspirations.

Chez les sujets dont le grand dentelé était à nu ainsi que le rhomboïde, j'ai senti ces deux muscles se durcir, quand je les faisais inspirer fortement et longuement, ou après leur avoir fait monter rapidement un escalier.

Je crois pouvoir conclure des expériences et des considérations précédentes, que le grand dentelé et son associé le rhomboïde sont deux muscles inspirateurs puissants dont le concours est probablement plus fréquent qu'on ne l'a admis généralement, pendant l'inspiration.

### § II. — Physiologie pathologique.

#### A. — Troubles dans l'attitude de l'épaule consécutivement à l'atrophie du grand dentelé.

52. Bien qu'il soit ressorti de mes recherches électro-physiologiques que la portion inférieure du grand dentelé agit, comme élévatrice de l'épaule, avec beaucoup plus d'énergie que la portion moyenne du trapèze, la pathologie démontre cependant que cette portion du grand dentelé n'est pas destinée, de même que cette dernière portion du trapèze, à maintenir par sa force tonique le moignon de l'épaule à sa hauteur normale.

A l'appui de mon opinion, j'ai déjà cité le sujet représenté dans la figure 3, dont les épaules sont très-abaissées, quoique ses grands dentelés soient intacts et très-développés. On se rappelle que cet abaissement des épaules dépend chez lui de l'atrophie de la portion moyenne de ses trapèzes. Je pourrais rapporter d'autres faits semblables.

Qu'un malade, au contraire, soit privé de son grand dentelé, le moignon de l'épaule sera maintenu dans son attitude normale, pourvu qu'il ait conservé la portion moyenne de son trapèze.

53. La perte de la puissance tonique du grand dentelé semblerait cependant devoir porter un grand trouble dans l'attitude de l'omoplate : car, à l'état normal, cet os est sollicité par les forces combinées du trapèze et du rhomboïde qui tendent à le rapprocher de la ligne médiane.

N'ayant pas encore eu l'occasion d'observer une paralysie ou une atrophie parfaitement limitée au grand dentelé (ce qui prouve que cette localisation doit être rare, puisque sur une

vingtaine de cas au moins d'atrophies ou de paralysies du grand dentelé que j'ai explorés, je ne l'ai pas rencontrée une seule fois), je ne puis l'appuyer sur l'observation clinique.

54. Il semble aussi que, par suite de l'atrophie du grand dentelé, le parallélisme du bord spinal du scapulum et de la colonne vertébrale ne puisse exister, et que la prédominance du rhomboïde et de l'angulaire doive élever l'angle inférieur de l'omoplate en le rapprochant de la ligne médiane.

La pathologie ne confirme pas ce raisonnement; c'est à peine si alors son angle inférieur est attiré en haut et en dedans de 1 centimètre, et encore faut-il que, dans ce cas, l'angulaire et le rhomboïde jouissent de toute leur force tonique.

L'attitude des omoplates que j'ai fait représenter à l'état de repos dans la figure 2, prouve l'exactitude de mon assertion. On ne soupçonnerait pas, en voyant cette attitude des omoplates, au repos musculaire, l'existence de l'atrophie dont un des grands dentelés est atteint, et dont les figures 11 et 12 démontreront plus loin l'existence; car lorsque les bras du sujet tombent le long du corps (voy. fig. 2), le bord spinal A, B de son scapulum est à peu près parallèle à la colonne vertébrale. On observe seulement du côté malade que son épaule est abaissée et que le bord spinal de l'omoplate est plus éloigné de la ligne médiane; mais c'est, ainsi que je l'ai déjà démontré, le résultat de l'atrophie d'une partie de la portion moyenne et du tiers inférieur de son trapèze.

55. Le poids du membre supérieur tend toujours à déprimer l'angle externe de l'omoplate. La nature y a heureusement pourvu, en lui opposant des puissances toniques qui agissent

dans un sens contraire au poids qui tend à abaisser cet angle externe. Ces forces toniques sont fournies par le faisceau moyen du trapèze qui élève l'acromion, par le tiers inférieur de ce muscle, qui abaisse son angle interne, et enfin par le faisceau radié du grand dentelé qui élève à la fois son angle inférieur et son angle externe.

Or, l'observation clinique a déjà fait connaître précédemment (voy. fig. 3) que l'angle externe G de l'omoplate, n'étant plus suffisamment soutenu consécutivement à la perte du trapèze, s'abaisse pendant que son angle inférieur B s'élève et se rapproche de la ligne médiane. On doit donc prévoir que si le grand dentelé vient à manquer à son tour, le scapulum a perdu la dernière des forces qui neutralisaient l'action de la pesanteur du membre sur son angle externe, et que celui-ci, en conséquence, s'abaissera davantage, tandis que son angle inférieur s'élèvera dans les mêmes proportions. C'est en effet ce qui a lieu ; car l'angle inférieur, s'écartant considérablement des parois thoraciques, s'élève presque au niveau de l'angle externe, et le bord axillaire devient presque horizontal. (On verra bientôt combien cette difformité augmente pendant l'élévation du bras.)

J'ai constaté ces phénomènes sur plusieurs sujets. Forcé de resserrer mon travail, je ne rapporte pas les observations des malades sur lesquels je les ai constatés, malgré tout l'intérêt qu'elles offriraient. Je me contenterai de représenter dans les figures 9 et 10, dessinées d'après nature, l'attitude difforme que les épaules avaient prise pendant le repos musculaire, chez deux malades dont les grands dentelés et les trapèzes étaient atrophiés.

On voit dans la figure 9 que les angles inférieurs des omoplates, très-éloignés des parois thoraciques, sont très-

élevés, tandis que les angles externes sont abaissés dans les mêmes proportions; qu'à droite, l'angle inférieur A, plus élevé qu'à gauche C, se trouve presque au niveau de l'angle externe B.

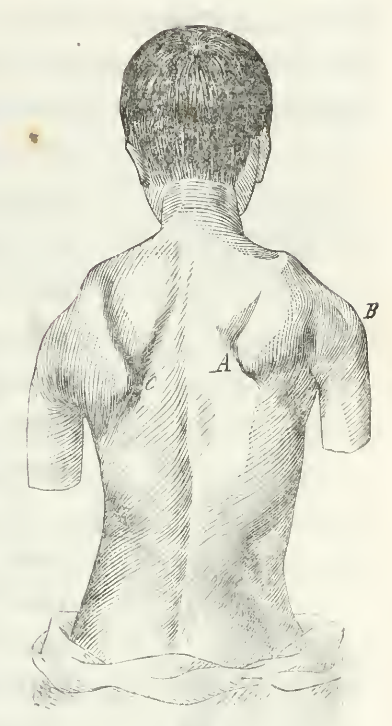


Fig. 9 (*).

Eh bien, j'ai constaté par l'exploration électro-musculaire que l'atrophie musculaire graisseuse progressive a détruit chez ce malade les deux grands dentelés, les deux trapèzes et le rhomboïde gauche; qu'à droite l'angulaire, très-développé, fait une saillie d'autant plus considérable que la portion claviculaire du trapèze a entièrement disparu, tandis qu'à gauche l'angulaire a perdu la moitié de son volume.

On conçoit qu'après de telles lésions musculaires, l'angle externe de l'omoplate, privé de toutes les forces toniques qui neutralisaient l'action exercée sur lui par le poids du membre supérieur, se soit abaissé considérablement pendant que son angle inférieur s'élevait presque à son niveau.

On remarque de plus, dans cette figure 9, que l'angle

(*) Attitude vicieuse de l'omoplate, vue par la face postérieure, pendant le repos musculaire, causée par l'atrophie du trapèze et des grands dentelés. — Le bord spinal s'écarte de la paroi thoracique, et à droite l'angle inférieur A est remonté presque au niveau de l'angle externe B; l'angle interne s'est porté en dehors et en haut, en soulevant la peau; il interrompt la ligne qui va du cou au moignon de l'épaule.

inférieur droit A de l'omoplate est plus élevé que celui du côté opposé. C'est que l'angulaire droit, encore intact, soutient l'angle interne, auquel il s'attache, beaucoup mieux que l'angulaire gauche, en grande partie atrophié. Ce mouvement de bascule de l'omoplate droite est favorisé aussi par l'action tonique du rhomboïde, qui est encore assez développé. Eût-il été lui-même complétement atrophié, l'angle interne de cet os n'en aurait pas moins été élevé par la seule action de l'angulaire intact.

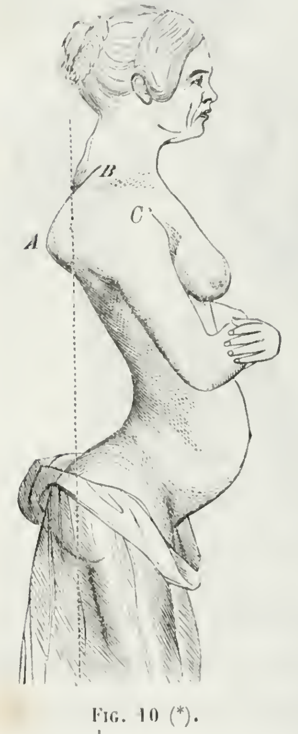


Fig. 10 (*).

La figure 10 vue de profil représente l'attitude du scapulum vue de côté chez une femme dont le trapèze, le grand dentelé de chaque côté, et un grand nombre d'autres muscles ont été détruits par l'atrophie musculaire graisseuse progressive. Chez cette malade, l'angle inférieur A est élevé au niveau de l'angle externe C, et son scapulum ressemble à un triangle reposant sur sa base, et dont le sommet serait représenté par l'angle interne B, qui fait une saillie sur les côtés du cou de même que dans la figure 9. (La cambrure extraordinaire qu'on remarque chez cette femme est produite par l'atrophie des muscles droits et d'une grande

(*) Attitude vicieuse de l'omoplate vue de côté, pendant le repos musculaire, consécutivement à l'atrophie du trapèze et du grand dentelé. — On voit que la grande inflexion en arrière de la portion dorsale de la colonne vertébrale a nécessité une inclinaison en sens inverse de ses portions cervicale et lombo-sacrée. Il en est résulté une grande obliquité dans le diamètre sacro-pubien.

partie des autres muscles de l'abdomen qui ne modèrent plus l'action des sacro-spinaux intacts ; ces derniers agissent alors sur la portion dorso-lombaire à la manière d'une corde tendue sur son arc. Je reviendrai sur ce fait pathologique, en traitant de la physiologie des sacro-spinaux. J'expliquerai les changements qui s'opèrent alors dans l'axe du bassin et dans les courbures dorso-lombaires, pour ramener le centre de gravité dans la base de sustentation.

### B. — Troubles dans les mouvements volontaires de l'épaule, consécutivement à la paralysie du grand dentelé.

L'étude des troubles occasionnés dans les mouvements volontaires par l'atrophie du grand dentelé est inséparable de celle du deltoïde. Je renvoie donc ce que j'ai à dire sur ce sujet au chapitre suivant, dans lequel je traiterai des fonctions du deltoïde.

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL

### DES PRINCIPALES PROPOSITIONS PHYSIOLOGIQUES QUI RESSORTENT DES FAITS EXPOSÉS.

### A. — Mouvements de l'épaule directement en haut.

I. L'élévation de l'épaule peut être produite par la contraction isolée d'un assez grand nombre de muscles ou de portions musculaires qui vont du tronc à l'omoplate. Si l'on a seulement égard au degré d'énergie avec lequel ces muscles ou portions de muscles exécutent ce mouvement, on peut les ranger dans l'ordre suivant : la portion inférieure du grand dentelé, la portion moyenne du trapèze, la portion supérieure du grand pectoral, l'angulaire de l'omoplate et la portion claviculaire du trapèze.

II. Le degré d'élévation de l'épaule, qui résulte de la contraction individuelle de ces muscles ou portions de muscles, et la force qu'ils déploient, lorsqu'ils agissent isolément, ne sauraient donner une idée exacte des différentes fonctions que chacun d'eux est appelé à remplir pendant le mouvement d'élévation de l'épaule, sous l'influence de la volonté, comme dans l'action de soulever un lourd fardeau avec le moignon de l'épaule, ou sous l'influence de certains actes instinctifs, de certaines expressions, comme dans les grandes inspirations, dans l'expression du dédain, du doute, etc.

III. Pendant l'élévation de l'épaule, qui se produit instinctivement dans les grandes inspirations, le faisceau claviculaire du trapèze est la portion de ce muscle qui entre ordinairement en action.

Ce faisceau claviculaire jouit d'une si grande excitabilité, que tel degré du courant électrique qui serait trop faible pour produire un commencement de contraction dans les autres portions du trapèze, le fait contracter puissamment ; il paraît devoir cette excitabilité à la branche externe du spinal.

IV. L'élévation directe et volontaire de l'épaule s'effectue par la contraction de la portion externe de la partie moyenne du trapèze, quand elle n'exige point d'effort.

L'expression du dédain ou du doute provoque aussi la contraction de cette portion du trapèze; le moignon de l'épaule est alors porté directement en haut.

V. Mais sitôt que cette élévation rencontre de la résistance, d'autres muscles élévateurs apportent le concours de leur action à la partie moyenne du trapèze, et cela d'autant plus énergiquement que cette résistance est plus grande.

Les muscles ou portions de muscles qui, dans ces grands efforts d'élévation de l'épaule, s'associent à la portion moyenne

du trapèze, sont le rhomboïde, la portion supérieure du grand pectoral et l'angulaire de l'omoplate.

VI. Quant au grand dentelé, auquel on a attribué, comme fonction principale, de soutenir l'épaule chargée d'un lourd fardeau, l'électro-physiologie et la pathologie démontrent qu'il reste complétement étranger à cette action.

VII. La portion claviculaire du trapèze ne paraît pas se contracter pendant l'élévation volontaire de l'épaule, lorsque le sujet se trouve dans les conditions normales; mais si la portion moyenne du trapèze vient à faiblir, on voit la portion claviculaire suppléer celle-ci et venir en aide, quoique faiblement, à l'élévation volontaire.

B. — Mouvements de l'épaule en avant et en haut.

VIII. Le mouvement oblique des épaules en avant et en haut est exécuté principalement par le tiers supérieur du grand pectoral, quand il se fait sans effort.

L'impression du froid, le sentiment de la crainte, réagissent principalement sur les portions supérieures des grands pectoraux; alors les moignons des épaules se portent en haut et en avant, le dos s'arrondit, les bras sont serrés contre le tronc, en se dirigeant un peu obliquement de bas en haut et d'arrière en avant.

IX. Mais si le mouvement volontaire de l'épaule en haut et en avant éprouve de la résistance, le grand dentelé se contracte synergiquement avec le tiers supérieur du grand pectoral, et alors on voit le bord spinal de l'omoplate sollicité par ce dernier muscle, s'appliquant solidement contre les parois thoraciques, entraîner l'omoplate en dehors et en haut, pendant que l'angle externe de cet os est attiré en avant et

en haut par le tiers supérieur du grand pectoral. La direction que prend le bord spinal du scapulum, pendant ce mouvement, est indiquée par une dépression très-marquée de la peau; elle est oblique de haut en bas, d'arrière en avant et de dedans en dehors.

La puissance de ce mouvement est des plus grandes; c'est lui qui fixe l'épaule en haut et en avant, quand on veut s'en servir pour pousser devant soi un corps très-lourd ou très-résistant.

#### C. — Mouvements de l'épaule de dehors en avant ou en arrière.

X. Les muscles ou portions musculaires dont l'action isolée rapproche les épaules de la ligne médiane sont la portion inférieure du trapèze et le faisceau de ce muscle qui naît de la moitié interne de l'épine de l'omoplate, le rhomboïde et la portion supérieure du grand dorsal.

XI. La portion supérieure du grand dorsal, alors que les bras tombent parallèlement à l'axe du tronc, déprime l'omoplate de dehors en dedans et d'avant en arrière, par l'intermédiaire de la tête de l'humérus qui appuie sur la cavité glénoïde.

La portion inférieure du même muscle abaisse le moignon de l'épaule.

L'excitation simultanée de tous les faisceaux des deux grands dorsaux produit, de chaque côté, non-seulement les mouvements précédents, mais encore l'extension énergique du tronc.

XII. Le tiers inférieur du trapèze et le rhomboïde ont, il est vrai, comme le grand dorsal, la faculté d'effacer les épaules, en associant leur action; mais l'attitude qui résulte

de cette contraction composée, est vicieuse ou disgracieuse, parce que ces muscles élèvent en même temps et inévitablement le moignon de l'épaule ; aussi n'agissent-ils que pour maintenir l'omoplate solidement rapproché de la ligne médiane, dans certains mouvements de force du membre supérieur, comme pour attirer à soi un corps résistant.

XIII. En conséquence, de tous les muscles qui meuvent l'épaule, le grand dorsal est un des plus utiles, à cause du double pouvoir qu'il possède d'effacer les épaules et de les abaisser en même temps, et en raison de l'énergie avec laquelle il redresse le tronc : c'est lui, par exemple, qui produit chez le militaire l'attitude au port d'armes.

D. — Mouvement de l'omoplate sur elle-même.

XIV. Les muscles ou faisceaux musculaires auxquels on attribue la propriété de faire basculer l'omoplate sur un axe fictif placé au centre de cet os, de manière à mouvoir ses angles interne et externe en sens contraires, n'exercent pas physiologiquement cette action ; mais ils le font tourner sur l'un ou l'autre de ses angles interne et externe, qui reste fixe, tandis que l'angle inférieur s'élève ou s'abaisse en se rapprochant ou en s'éloignant de la ligne médiane.

E. — Attitude normale de l'omoplate.

XV. Chacun des muscles, chacun des faisceaux musculaires qui meuvent l'épaule, sollicite l'omoplate à obéir à sa puissance tonique qui est en raison directe de son volume, c'est-à-dire de la quantité des fibres qui le composent.

C'est la résultante de toutes les forces toniques combinées de ces muscles ou faisceaux musculaires, qui décide de l'attitude de l'épaule

L'expérimentation électro-physiologique, secondée par l'observation pathologique, ayant permis de déterminer exactement ces diverses actions musculaires, on conçoit que rien n'est plus facile que de trouver la raison de telle ou telle attitude des épaules, et conséquemment de l'influence que cette attitude exerce secondairement sur les formes plus ou moins harmonieuses des épaules.

La prédominance de force tonique de chaque faisceau musculaire entraîne donc l'omoplate dans sa direction.

XVI. Les faisceaux du trapèze qui s'attachent à la moitié externe de l'épine de l'omoplate et à la clavicule, sont-ils très-développés, ainsi que l'angulaire de l'omoplate, les épaules, entraînées par la prédominance tonique de ces faisceaux musculaires, sont nécessairement élevées proportionnellement.

XVII. La diminution de la longueur du cou est la conséquence de cette élévation des épaules.

Il est facile de constater sur des sujets dont la longueur du cou est différente, que la distance de la nuque à la première vertèbre dorsale est la même, pourvu que chez eux le développement du tronc et de la poitrine soit égal. On observera aussi que la longueur du cou ne dépend pas de l'état du squelette, car le corps de chacune des vertèbres cervicales a aussi la même hauteur chez ces divers sujets.

C'est donc principalement à la prédominance musculaire tonique, qui élève les épaules, qu'il est rationnel d'attribuer le défaut de longueur du cou.

On peut se convaincre que ce sont seulement les faisceaux musculaires désignés plus haut qui exercent cette action.

XVIII. L'observation clinique enseigne aussi que l'affaiblissement de ces mêmes faisceaux musculaires occasionne

l'abaissement des épaules, et conséquemment l'augmentation de la longueur du cou; que, dans ce cas, le poids du membre suffit pour produire l'abaissement des épaules, augmenté évidemment par la force tonique des abaisseurs des épaules (le petit pectoral et les faisceaux inférieurs des muscles grand dorsal et grand pectoral). Il est évident que, à l'état normal, ce doit être également la faiblesse relative de ces mêmes faisceaux élévateurs qui occasionne l'abaissement des épaules et la longueur plus ou moins grande du cou.

XIX. Que les élévateurs des épaules soient démesurément développés, le cou sera court et gros; bien au contraire, que ces sortes de ligaments actifs n'aient pas une force suffisante, le cou sera démesurément long. Dans l'un et l'autre cas, la forme du cou et des épaules ne saurait être harmonieuse; le terme moyen entre ces extrêmes donne seul de la grâce aux lignes qui en dessinent le contour.

XX. Il est ressorti de mes recherches: 1° que la contraction des fibres du trapèze qui s'attachent à la moitié interne de l'épine de l'omoplate, et qui forment la portion inférieure de ce muscle, rapprochent cet os de la ligne médiane; 2° que la destruction de ces mêmes fibres est suivie d'un mouvement de l'omoplate en dehors et en avant. J'ai démontré aussi que le membre supérieur a une tendance naturelle à entraîner cet os dans cette direction (en dehors et en avant), quand il n'est plus retenu par ces fibres du trapèze. D'autre part, le grand pectoral et un grand nombre de digitations du grand dentelé attirent l'omoplate en avant et en dehors.

En somme, l'omoplate peut dans son attitude habituelle être plus écartée de la ligne médiane, soit par la faiblesse naturelle de la partie inférieure du trapèze, soit par la prédo-

minance de force tonique du grand pectoral et du grand dentelé. Cette attitude arrondit transversalement le dos, creuse la poitrine en avant, en faisant saillir les clavicules et le moignon des épaules. De plus, elle doit gêner le développement et le jeu des organes de la respiration.

XXI. Il existe encore d'autres attitudes vicieuses des épaules que l'on observe chez des personnes bien conformées du reste, ou du moins dont le thorax n'est pas déformé, et sans qu'il existe chez elles la moindre affection musculaire. On ne peut dans ce cas rapporter l'attitude disgracieuse des épaules à une autre cause qu'à la faiblesse relative ou à la prédominance de force tonique, de tel ou tel faisceau musculaire.

Mais je n'insisterai pas davantage sur ces variétés, quelque intéressantes qu'elles soient ; il sera facile d'en trouver la raison dans les principes physiologiques que j'ai établis.

XXII. La connaissance du mécanisme de ces attitudes vicieuses ou disgracieuses des épaules conduit naturellement à rechercher le moyen de les combattre rationnellement. Je ne doute pas qu'on ne puisse corriger certaines conformations, rendre telle ou telle ligne du cou et des épaules plus harmonieuse en aidant au développement de tel ou tel muscle ou faisceau musculaire par la faradisation localisée et par la gymnastique si savamment pratiquée en Suède, et connue sous le nom de *kinésithérapie* (1). Mais je ne saurais trop le redire, je suis convaincu qu'on n'arrivera, dans cette voie, à aucun résultat satisfaisant sans les notions de physiologie musculaire que j'ai essayé d'exposer dans ce chapitre.

(1) Voy. Georgii, *Kinésithérapie*, ou *Traitement des maladies par le mouvement d'après le système de Lind*, 1847, in-8. — Reveil, *Formulaire raisonné des médicaments nouveaux et des médications nouvelles, suivi de notions sur l'aérothérapie, la kinésithérapie, etc.*, 2e édition. Paris, 1865.

# CHAPITRE II.

## ACTION INDIVIDUELLE ET USAGE DES MUSCLES QUI MEUVENT LE BRAS SUR L'ÉPAULE.

Ces muscles sont : le deltoïde (*deltiformis*), le sus-épineux (*supra spinatus*), le sous-épineux (*infra spinatus*), le petit rond (*teres minor*), le sous-scapulaire (*sub scapularis*), le grand dorsal (*latissimus dorsi*), le grand rond (*teres major*), le grand anconé (*anconeus longus*) et coraco-brachial.

### ARTICLE PREMIER.

#### DELTOÏDE.

#### § I. — Électro-physiologie.

##### A. — Expériences.

I. Lorsque le membre supérieur tombe parallèlement à l'axe du tronc, la contraction électrique du faisceau moyen du deltoïde, qui s'attache à l'acromion, élève l'humérus directement en dehors.

Les autres faisceaux du deltoïde produisent de même l'élévation de l'humérus, mais en portant cet os obliquement en avant et en dedans, si ce sont les faisceaux les plus internes qui se contractent, et directement en avant ou en arrière, si l'excitation est portée sur les faisceaux intermédiaires à ces faisceaux les plus internes ou à ceux qui s'attachent à l'épine de l'omoplate et à l'acromion.

II. Le maximum d'élévation de l'humérus par la contraction isolée du deltoïde, arrive à peu près à la direction horizontale.

Ce maximum est produit par les faisceaux les plus antérieurs de ce muscle; mais si l'on promène les rhéophores d'avant en arrière sur tous les faisceaux du deltoïde, on voit l'élévation de l'humérus diminuer graduellement, et cela d'autant plus, qu'on l'approche davantage des faisceaux les plus postérieurs.

Ainsi, par les faisceaux les plus antérieurs du deltoïde le bras fait avec la perpendiculaire un angle d'environ 90 degrés, tandis que l'élévation de ce membre, produite par les faisceaux les plus postérieurs, donne à peine un angle de 45 degrés.

III. Si l'humérus est placé dans la rotation en dehors, pendant la contraction des différents faisceaux du deltoïde, l'élévation de cet os est plus grande et plus facile que s'il est dans la rotation en dedans.

IV. L'excitation électrique est-elle dirigée sur les faisceaux postérieurs du deltoïde, au moment où l'humérus est arrivé à son maximum d'élévation par l'action des faisceaux antérieurs de ce muscle, cet os est abaissé en même temps qu'il est porté en arrière et en dedans, jusqu'à ce qu'il soit descendu au degré d'élévation qui appartient à la contraction de ces faisceaux postérieurs.

B. — Remarques.

56. L'élévation du bras doit-elle être commencée par d'autres muscles que le deltoïde qui ne serait alors que le continuateur de ce mouvement? Cette question, longtemps controversée, est résolue négativement par l'expérimentation électro-physiologique.

En effet, sur quelque point du deltoïde que le rhéophore soit appliqué, quel que soit le degré d'intensité du courant de

l'appareil, la contraction du muscle éloigne toujours le bras de la direction perpendiculaire, c'est-à-dire que le deltoïde place celui-ci dans l'élévation, sans qu'il soit pour cela nécessaire de faire contracter d'autres muscles qui sont comme lui élévateurs ou abducteurs du bras, par exemple le sus-épineux, ainsi que je l'établirai plus loin.

57. On a dit que l'action du deltoïde n'est pas aussi énergique qu'on pourrait le croire à la vue d'un muscle aussi volumineux.

Il suffit d'avoir été témoin de sa contraction sur les malades chez lesquels les mouvements volontaires étaient abolis, pour être persuadé du contraire. Dans ces cas, la contraction électrique d'un seul faisceau maintenait l'élévation du bras avec une telle force, qu'on l'aurait plutôt rompu que de l'abaisser. Or, je dois le dire en passant, et je le démontrerai plus tard, la force de la contraction nerveuse est bien plus grande que celle qui est produite dans ce genre d'expérience.

58. Le deltoïde peut donc, par sa contraction isolée, commencer l'élévation du bras tombant verticalement. Ce fait est démontré électro-physiologiquement.

Mais on voit alors que le membre supérieur, pesant de tout son poids sur l'angle externe de l'omoplate, fait exécuter à celui-ci deux mouvements : 1° un mouvement de bascule par lequel l'acromion est déprimé, tandis que l'angle inférieur A, fig. 11, s'élève et se rapproche de la ligne médiane; 2° un mouvement de rotation sur un axe vertical placé au niveau de l'angle externe C, qui éloigne cet os de la paroi postérieure de la cage thoracique, en faisant saillir sous la peau son bord spinal. Entre ce bord spinal A, fig. 12, et le point correspondant du thorax, on voit se former une gouttière plus ou moins profonde.

59. Ces mouvements anormaux de l'omoplate, qui résultent de la contraction artificielle du deltoïde, ne peuvent être reproduits par la volonté, qui ne saurait faire contracter isolément le deltoïde. En voici la preuve.

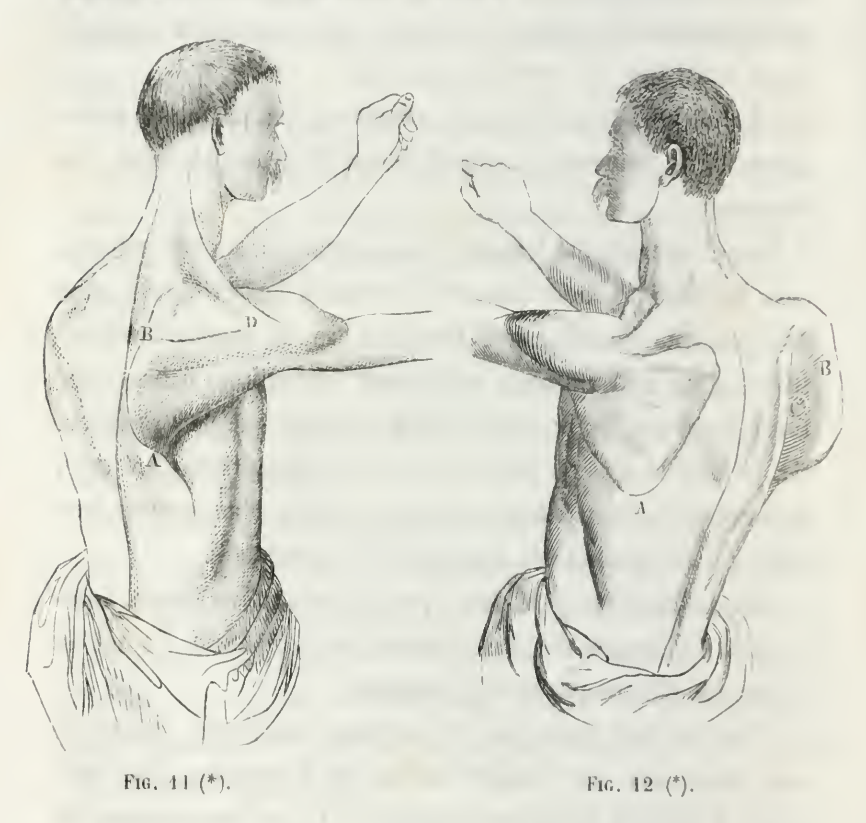



FIG. 11 (*). FIG. 12 (*).

Si l'on dit, en effet, au sujet sur lequel on vient de faire l'expérience précédente, de placer le bras dans le même degré

(*) Ces deux figures représentent le même sujet vu du côté droit et du côté gauche. Mouvement de l'omoplate pendant l'élévation du bras, par l'action isolée du deltoïde, soit sous l'influence de l'excitation électrique de ce muscle, soit volontairement dans la paralysie du grand dentelé. — L'angle inférieur A, fig. 11, se rapproche de la ligne médiane, s'élève tandis que l'angle externe D s'abaisse ; enfin, le bord spinal B, fig. 12, s'éloigne du tronc. Ce mouvement pathologique contraste avec le mouvement normal de l'omoplate opposée A, fig. 11, pendant l'élévation physiologique du bras.

d'élévation que pendant la contraction artificielle de son deltoïde, alors on observe qu'à l'instant où le bras s'éloigne du thorax, l'acromion s'élève au lieu de s'abaisser ; que l'angle inférieur A, fig. 11, de l'omoplate s'éloigne de la ligne médiane, et que le bord spinal de cet os est maintenu solidement appliqué contre la paroi costale et prend une direction oblique, inverse à celle qu'il avait affectée dans l'expérience précédente.

60. Cette expérience physiologique, rapprochée de l'expérience électro-physiologique démontre clairement qu'il faut distinguer, dans l'étude physiologique, l'action isolée du deltoïde de la fonction qu'il est appelé à remplir.

Ainsi, bien que ce muscle suffise réellement pour élever l'humérus, l'élévation physiologique de cet os exige encore, outre la décharge nerveuse envoyée sur le deltoïde par la volonté, l'excitation synergique d'un autre muscle, en d'autres termes, l'association de plusieurs muscles est nécessaire à l'élévation physiologique du bras. Privé de cette association musculaire, le mouvement se ferait sans force et produirait l'attitude vicieuse de l'omoplate, que je viens de provoquer artificiellement.

61. Le muscle qui, pendant l'élévation du bras, entre si énergiquement en contraction pour maintenir solidement contre la paroi thoracique le bord spinal de l'omoplate, et qui soutient en même temps l'angle de ce dernier, est le grand dentelé. — Je n'ignore pas qu'on l'a déjà dit, mais on ne l'a pas démontré suffisamment.

Voici l'expérience qui établit ce fait d'une manière incontestable. Pendant que l'on produit artificiellement l'attitude vicieuse de l'omoplate, qui résulte de la contraction isolée du deltoïde, comme je l'ai représenté sur le côté gauche de la figure 12, que l'on fasse contracter le grand dentelé, et à

l'instant on verra l'angle externe de cet os, précédemment affaissé, se relever en même temps que son bord spinal se rapprochera de la paroi costale et que son angle inférieur sera attiré en avant et en dehors ; c'est-à-dire que l'omoplate exécutera le même mouvement que pendant l'élévation physiologique du membre supérieur.

**62.** L'élévation du bras par le deltoïde est limitée à la direction horizontale ; ce fait est établi par l'expérimentation.

C'est le grand rond qui, faisant l'office d'un ligament, ne permet pas l'élévation exagérée de l'humérus sur l'omoplate, élévation qui, d'ailleurs, ne pourrait avoir lieu sans que la tête de cet os, frottant contre l'acromion, sortît de la cavité glénoïde.

**63.** Il en résulte donc que l'élévation du bras au-dessus de la direction horizontale ne peut se faire sans que l'omoplate tourne sur son angle interne, de manière à élever à la fois, comme une seule pièce, l'angle externe de cet os et l'humérus déjà étendu sur celui-ci.

Il n'est pas donné au deltoïde de produire ce mouvement de rotation de l'omoplate, et cela par des raisons anatomiques qu'il serait superflu d'exposer.

L'intervention du grand dentelé dans l'élévation du bras n'est pas bornée, comme on l'a dit, à fixer l'omoplate.

Ce muscle imprime en outre, avec une grande puissance, à cet os le mouvement de rotation nécessaire à la dernière moitié de l'élévation verticale du bras.

Depuis plusieurs années, j'ai eu souvent l'occasion de démontrer ce fait important, en excitant à la fois le grand dentelé et le deltoïde ; l'élévation verticale se produit alors avec d'autant plus de force que l'excitation est dirigée sur les digitations les plus inférieures du premier muscle.

Le professeur Ph. Bérard m'engagea à répéter cette expérience dans une de ses leçons de physiologie faite à la Faculté de médecine, en 1851, en présence de son auditoire. Pendant qu'on voyait à droite, sous l'influence de la contraction isolée du deltoïde, le bras produire l'attitude vicieuse de l'omoplate et ne pouvoir franchir la limite de l'élévation horizontale, malgré le courant le plus intense (voy. fig. 12); à gauche, en excitant à la fois le deltoïde et le faisceau radié du grand dentelé avec un courant de moyenne force, l'omoplate s'appliquant vigoureusement contre le thorax par son bord spinal, exécutait son mouvement de rotation sur son angle externe, et enfin le bras s'élevait verticalement avec une telle énergie que le tronc en était rejeté violemment du côté opposé, au point de rendre une chute imminente.

64. Le grand dentelé n'est pas le seul muscle qui jouisse du privilége de déterminer l'élévation verticale du bras par l'intermédiaire de l'omoplate; le tiers moyen du trapèze fait aussi exécuter à cet os un assez grand mouvement de rotation sur son angle interne pour produire, avec l'aide du deltoïde, l'élévation verticale du bras, avec beaucoup moins de puissance toutefois que le grand dentelé.

Plus loin, la pathologie confirmera ces faits physiologiques. Elle nous apprendra, de plus, quel est, du tiers moyen du trapèze ou du muscle grand dentelé, le plus important pour la production du mouvement de l'omoplate, soit comme auxiliaire, soit comme condition nécessaire de l'élévation du bras.

65. Il n'est personne qui n'ait observé le mouvement de rotation de l'omoplate pendant l'élévation du bras. Mais on ignorait que l'intervention du trapèze ou du grand dentelé fût alors nécessaire.

On pouvait, en effet, attribuer ce mouvement de rotation de l'omoplate à l'action exercée par le grand rond sur son angle inférieur, consécutivement à l'élongation qu'il subit, lorsque le bras s'éloigne du tronc.

Cette cause toute mécanique est évidemment étrangère au mouvement de l'omoplate.

66. L'expérience électro-physiologique établit que le tiers postérieur du deltoïde peut agir synergiquement avec les autres faisceaux du même muscle, pour l'élévation de l'humérus, jusqu'à ce que cet os forme avec la verticale un angle de 45 degrés; mais que si ces derniers élèvent l'humérus au-dessus de ces 45 degrés, le tiers postérieur devient à l'instant leur antagoniste, en produisant l'abaissement de l'humérus, jusqu'à ce qu'il soit descendu au degré d'élévation qui résulte de la contraction de ce faisceau postérieur.

Ainsi se trouve justifiée cette opinion de Bichat, contestée aujourd'hui par plusieurs anatomistes, opinion qui lui a fait dire que le deltoïde peut être en même temps élévateur et abaisseur de l'humérus (1).

Ce célèbre physiologiste avait attribué cette action sur l'humérus au tiers antérieur de ce muscle autant qu'à son tiers postérieur, tandis que l'expérimentation prouve qu'elle appartient en réalité seulement à ce dernier.

67. Enfin, on a vu que l'élévation de l'humérus est plus complète si cet os se trouve placé dans la rotation en dehors, pendant la contraction du deltoïde. Ce fait n'a pas été noté, que je sache, dans le mécanisme des mouvements de l'humérus.

(1) *Anatomie descriptive*, p. 226. Paris, 1846.

§ II. — Physiologie pathologique.

68. L'atrophie musculaire graisseuse progressive favorise singulièrement l'étude de la physiologie pathologique du deltoïde. Elle n'agit pas comme la paralysie, qui frappe le muscle dans son entier; elle détruit partiellement et isolément chacune de ses parties.

C'est la portion moyenne de ce muscle qui est le plus communément détruite, alors même que les portions antérieure et postérieure sont à peu près intactes.

Voici ce que l'on observe dans ce cas : l'élévation du bras en dehors se fait encore, mais elle est très-limitée ; l'élévation en avant ou en arrière est normale, c'est-à-dire qu'elle peut être verticale en avant, tandis qu'elle est seulement de 45 degrés en arrière.

Ces derniers mouvements s'expliquent par les faits que j'ai exposés dans l'étude électro-physiologique du deltoïde; ils sont dus à l'action des portions antérieure et postérieure de ce dernier muscle.

69. Mais quels sont les agents de l'élévation en dehors, en l'absence de la portion moyenne qui la produit directement à l'état normal? Ce sont les deux portions conservées du deltoïde qui, congénères pour l'élévation, se contractent synergiquement. Les forces qui tendent, par la contraction de ces deux portions, à porter le bras en avant ou en arrière, agissant simultanément, s'entre-détruisent, et la résultante de leur action combinée est un mouvement direct en dehors, comme par la contraction de la portion moyenne du deltoïde.

Cependant on conçoit que cette élévation doive avoir ses

limites ; car il est établi, par l'électro-physiologie, que la portion postérieure du deltoïde, congénère pour l'élévation de sa portion antérieure, jusqu'à un degré donné, devient au contraire son antagoniste au delà de ce degré d'élévation.

C'est pourquoi l'élévation du bras en dehors par la contraction des portions antérieure et postérieure est bornée à la limite d'action de la portion postérieure du deltoïde. C'est aussi pour la même raison que l'élévation du bras au-dessus de cette dernière limite nécessite le relâchement de cette portion postérieure.

Il est peu d'atrophies du membre supérieur dans lesquelles la portion moyenne du deltoïde ne soit pas plus ou moins détruite : c'est annoncer que j'ai observé très-souvent cette affection partielle.

Il est donc bien établi, par ces faits, que l'élévation en dehors peut être exécutée par la contraction simultanée des portions antérieure et postérieure du deltoïde, malgré l'absence de la portion moyenne de ce muscle. Toutefois, ce mouvement se fait sans force et occasionne de la fatigue.

70. Il est facile de prévoir les résultats de l'atrophie de la portion antérieure du deltoïde, lorsqu'on en connaît exactement l'action propre, comme me l'a appris l'électro-physiologie.

La pathologie fait ressortir encore mieux l'importance physiologique de cette portion du deltoïde.

Les sujets dont le tiers antérieur du deltoïde était atrophié isolément, élevant encore assez le bras directement en dehors, pouvaient le diriger en arrière et en haut ; mais ils avaient perdu tous les mouvements d'élévation en dedans. — Voulaient-ils porter la main à la tête, ils élevaient le bras en

dehors par la contraction moyenne du deltoïde et fléchissaient l'avant-bras sur le bras; mais la main ne pouvant atteindre la tête, ils inclinaient celle-ci du côté paralysé, et *parvenaient* ainsi à ôter leur chapeau ou à porter les aliments à la bouche. Il leur était impossible d'aller saisir les objets placés devant eux. Pour atteindre avec la main du côté malade l'épaule du côté opposé, ou pour la porter à la bouche, ils prenaient une autre voie, mais sans pouvoir arriver au but. Ainsi, ils élevaient le moignon de l'épaule en contractant la portion moyenne du trapèze, et surtout avec la portion supérieure du grand pectoral; leur bras se portait alors un peu obliquement en dedans et en avant, mais en s'appliquant contre le thorax; puis fléchissant l'avant-bras sur le bras, ils parvenaient à porter la main un peu plus haut vers l'épaule ou vers la bouche, mais sans pouvoir y arriver. Tel est l'artifice dont j'ai vu user instinctivement tous les sujets atteints d'atrophie ou de paralysie de la portion antérieure du deltoïde.

Ce fait clinique démontre suffisamment que la perte de la portion antérieure du deltoïde porte un trouble beaucoup plus grave dans les fonctions des membres supérieurs que la perte de la portion moyenne de ce muscle, et conséquemment que cette portion antérieure est plus utile.

71. Le défaut d'action de la portion postérieure du deltoïde occasionne une très-grande gêne dans certains mouvements; il les rend même impossibles.

En effet, les malades qui présentent cette lésion musculaire mettent difficilement la main dans la poche de leur pantalon; ils ne peuvent la porter à la partie postérieure du tronc, du côté paralysé, au-dessus de la région fessière, de sorte qu'ils sont incapables de s'habiller seuls. Essayent-ils d'exécuter ces

mouvements, ils élèvent le bras directement en dehors par la contraction de la portion moyenne du deltoïde, puis fléchissent l'avant-bras sur le bras en plaçant ce dernier dans une pronation forcée, sans que la main arrive cependant à la face postérieure du tronc. Ils portent encore l'humérus en arrière par l'action du grand dorsal et du grand rond, mais alors le bras s'abaisse et se rapproche du thorax, de telle sorte que la main, qui a pu être portée derrière le tronc, ne saurait s'élever, comme je viens de le dire, au-dessus de la région fessière.

72. Il est encore bien d'autres mouvements qui sont compromis par ces diverses lésions partielles du deltoïde; mais ce serait m'exposer à trop étendre mon travail si je les énumérais tous. Les exemples que j'ai cités doivent suffire, je crois, pour donner une idée de l'importance relative de chacune des portions du deltoïde, au point de vue de leurs fonctions.

La plupart des usages du membre supérieur exigent que l'humérus soit préalablement écarté du tronc ou en dehors, ou en avant ou en arrière. J'en ai cité plus haut des exemples dans l'étude des atrophies partielles du deltoïde; il est donc inutile d'entrer dans de nouveaux développements pour faire ressortir la gravité de la perte complète du deltoïde.

73. J'ai démontré précédemment (57) que le bras ne peut être écarté en dehors et en avant par l'action isolée du deltoïde, sans que l'omoplate tourne sur son axe vertical et sans que son angle externe soit déprimé. On a vu aussi (60) que le grand dentelé est le seul muscle qui, par son association avec le deltoïde, empêche cette attitude vicieuse de l'omoplate de se produire pendant l'élévation du bras.

L'observation clinique se montre encore pour l'action

propre du deltoïde et du grand dentelé, comme pour celle des muscles qui meuvent l'épaule, en parfait accord avec l'expérimentation électro-physiologique. En effet, consécutivement à l'atrophie ou à la paralysie du grand dentelé, on voit se produire tous les mouvements qui résultent de la contraction isolée des deux tiers antérieurs du deltoïde. Je vais en fournir la preuve.

Le sujet dont j'ai représenté l'attitude à l'état de repos, dans la figure 2, p. 9, et chez lequel on n'aurait pu, ainsi que je l'ai déjà dit, soupçonner, dans cette attitude, une atrophie du grand dentelé, présentait du côté droit, à l'instant où il portait les deux bras en avant, tous les signes qui annoncent la contraction isolée du deltoïde. (Les figures 11 et 12 représentent ce mouvement pathologique dessiné d'après nature, au moment où il portait les deux membres supérieurs en avant.) Ainsi, l'angle inférieur A, fig. 11, de l'omoplate droite, se rapprochait de la ligne médiane, en s'élevant un peu, au lieu d'exécuter un mouvement de dedans en dehors et d'arrière en avant, comme du côté sain A, fig. 11.

Le bord spinal B, figure 11, de la même omoplate droite s'écartait des parois thoraciques de 4 centimètres, et donnait naissance à une gouttière qui occupait tout l'espace compris entre ce bord spinal et le point correspondant du thorax dont la concavité regardait en dedans, tandis que du côté sain, ce bord spinal restait appliqué contre la paroi costale et prenait une direction oblique de haut en bas et de dedans en dehors.

Ces phénomènes, rapprochés de ceux que j'avais provoqués par la faradisation, démontraient bien évidemment que, du côté droit, le deltoïde de ce sujet était réduit à ses propres forces, pendant l'élévation volontaire du bras. Pour en compléter la preuve, je fis contracter avec les rhéophores C,

fig. 13, son deltoïde du côté sain, pendant qu'il maintenait son bras droit dans l'élévation horizontale, et l'on vit aussitôt son omoplate gauche B prendre une attitude vicieuse, semblable à l'attitude pathologique de celui du côté opposé, de telle sorte que ses deux omoplates semblaient se détacher du thorax à la manière de deux ailes.



FIG. 13 (*).

Il ressort donc de l'ensemble de ces phénomènes artificiels et pathologiques, que chez ce sujet le deltoïde droit était réduit à ses propres forces, pendant l'élévation volontaire de son bras droit, c'est-à-dire que son grand dentelé était atrophié.

Enfin, je démontrerai, au moyen de l'exploration électro-musculaire suivante, que le muscle dont l'action synergique faisait défaut chez ce malade, pendant l'écartement du bras en avant ou en dehors, était réellement le grand dentelé. Je plaçai alternativement, de chaque côté, les rhéophores sur les digitations accessibles du grand dentelé, et je fis exécuter à l'omoplate gauche où le grand dentelé était intact les mouvements qu'on obtient, à l'état normal, par la contraction de ce

(*) Mouvement pathologique de l'omoplate droite occasionné par la paralysie du grand dentelé, pendant l'élévation du bras. — Même mouvement anormal de l'omoplate gauche par l'excitation électrique du deltoïde gauche.

muscle, comme on le voit dans la figure 8, p. 31, tandis qu'à droite la faradisation localisée dans les mêmes points ne produisit aucun mouvement. Cette expérience établissait donc, d'une manière évidente, l'état pathologique du grand dentelé droit.

74. Quelle est la cause des mouvements anormaux imprimés à l'omoplate par la contraction isolée du deltoïde ?

1° La pesanteur du membre supérieur déprime incontestablement l'angle externe de l'omoplate, pendant l'élévation volontaire du bras. C'est à cette même action de la pesanteur du membre supérieur que l'on est porté naturellement à attribuer les autres troubles observés dans l'attitude de l'omoplate, lorsqu'un sujet privé de son grand dentelé élève le bras. C'est aussi l'opinion que j'exprimais dans le travail qué j'ai adressé en 1852 à l'Académie de médecine sur les fonctions des muscles de l'épaule (1). Je m'empresse de reconnaître que cette opinion était erronée ; je vais le démontrer expérimentalement.

Si en effet la pesanteur du membre est la cause réelle de ces difformités qui apparaissent à la suite de l'atrophie du grand dentelé, au moment de l'élévation du bras, on doit pouvoir les reproduire en soulevant soi-même le bras du malade, de manière à le laisser peser sur l'angle externe de son omoplate. Eh bien, quand j'ai fait cette expérience, je n'ai produit du côté malade rien de plus que du côté sain, même en appuyant fortement sur le moignon de l'épaule.

Je conclus de cette expérience que s'il est incontestable que le poids du bras doit déprimer l'angle externe de l'omoplate, cette cause est cependant insuffisante dans la production des autres mouvements anormaux de cet os, qui se pro-

(1) *Bulletin de l'Académie de médecine*, 1851-52, t. XXVII, p. 1097.

duisent pendant l'élévation du bras, après la lésion du grand dentelé.

2° Les expériences suivantes feront connaître, j'espère, la cause réelle de ces mouvements anormaux. Pendant que l'on soutient, dans l'élévation, comme précédemment, le bras du malade, on voit, à l'instant où l'on provoque la contraction du deltoïde par la faradisation localisée, se manifester exactement la même difformité que si le sujet élevait volontairement son bras. Il n'est même pas nécessaire que le bras soit maintenu élevé pour que la contraction artificielle du deltoïde imprime à l'omoplate ces mouvements anormaux. On obtient encore ces mouvements à un degré un peu moins prononcé, il est vrai, en faisant contracter le deltoïde par la faradisation, alors même que le bras est maintenu dans une direction parallèle au tronc. Enfin, ces mêmes expériences, faites sur des sujets dont le grand dentelé est à l'état normal, donnent des résultats identiques, bien qu'à un moindre degré.

Il est donc démontré par ces dernières expériences que c'est à l'action propre du deltoïde sur l'omoplate que doivent être rapportés les mouvements anormaux, exécutés par cet os, pendant la contraction isolée de ce muscle.

75. Voici comment on peut expliquer le mécanisme des mouvements anormaux, imprimés à l'omoplate par cette contraction isolée du deltoïde.

1° Le faisceau du deltoïde qui va de l'empreinte deltoïdienne à l'épine de l'omoplate, est oblique de dehors en dedans et d'avant en arrière; on comprend dès lors qu'en se raccourcissant, il fasse tourner cet os sur son angle externe, et écarte son bord spinal du thorax.

2° Le faisceau qui s'attache à l'acromion, abaisse l'angle externe de l'omoplate et fait tourner cet os sur la tête de

l'humérus, de manière que ses angles interne et inférieur s'élèvent, et que son angle inférieur se rapproche de la ligne médiane.

76. Le faisceau du grand dentelé qui s'attache au bord spinal de l'omoplate, est destiné à maintenir contre le thorax le bord spinal de cet os que le tiers postérieur du deltoïde tend à en écarter, tandis que le faisceau radié du grand dentelé agit avec une grande force sur l'angle inférieur de cet os en sens contraire du faisceau acromial du deltoïde. L'exactitude de cette explication se démontre par la contraction isolée de chacune de ces portions musculaires.

77. Si à l'atrophie du grand dentelé et de la moitié inférieure du trapèze vient s'ajouter l'atrophie du rhomboïde, ce n'est plus une simple gouttière qui se forme entre l'omoplate et la poitrine, pendant l'élévation volontaire du bras, c'est une vaste excavation dans laquelle la main pourrait se loger à plat et tout entière, et où elle pourrait s'enfoncer même jusqu'au creux de l'aisselle, comme je l'ai vu une fois. J'en ai fait dessiner un exemple d'après nature (voy. la fig. 14).

Lorsqu'à l'atrophie du grand dentelé s'ajoute celle des trois portions du trapèze, l'attitude que prend l'omoplate pendant l'élévation du bras n'est plus la même que dans les cas précédents. On a déjà vu, dans les figures 9 et 10, l'attitude vicieuse de cet os, au repos musculaire, chez deux sujets privés de ces muscles ou portions musculaires. Eh bien! cette attitude pathologique est infiniment plus exagérée, dans ces cas, pendant l'élévation volontaire du bras. Le mouvement de bascule par lequel l'angle inférieur de l'omoplate s'élève, tandis que son angle externe s'abaisse, est beaucoup plus étendu. L'élévation de l'angle inférieur est telle, que le bord axillaire de l'omoplate prend une direction oblique de

haut en bas et d'arrière en avant, et que son angle interne en s'élevant, va soulever la peau sur les parties latérales du cou, comme on le voit dans la figure 15.




Fig. 14 (*).

Ces faits cliniques montrent quel est degré d'utilité du concours synergique du rhomboïde et dut rapèze, pendant l'élévation volontaire du bras.

78. Il est ressorti de mes expériences électro physiologiques, que l'élévation du bras au-dessus de la ligne horizontale peut être obtenue par l'action simultanée du deltoïde et du grand dentelé ou du tiers moyen du trapèze. Ces deux derniers muscles peuvent donc se suppléer mutuellement dans la production de ce mouvement d'élévation du bras.

Ce fait électro-physiologique est confirmé encore par la pathologie, avec quelques restrictions cependant, en ce qui concerne l'action de la portion moyenne du trapèze. Pour que cette dernière portion musculaire produise, en effet, avec le deltoïde et sans l'intervention du grand dentelé, le mouvement volontaire de rotation de l'omoplate sur son angle interne, mouvement qui élève le bras au-dessus de la

(*) Attitude de l'omoplate pendant l'élévation du bras, chez un sujet qui a perdu son grand dentelé, son rhomboïde et le tiers inférieur de son trapèze.




Fig. 15 (*).

(*) Cette figure, dessinée d'après nature, représente un sujet atteint d'atrophie musculaire graisseuse progressive généralisée, et dont la face postérieure du tronc a été représentée dans la figure 9, page 43. — Ce sujet a perdu une grande partie de ses pectoraux et de ses muscles de l'abdomen : ses trapèzes, ses grands dentelés, son rhomboïde gauche ; ses grands dorsaux sont atrophiés. — Au bras

ligne horizontale, il faut qu'elle soit très-développée et qu'elle jouisse d'une grande force. Dans ces conditions, même, le trapèze ne produirait pas l'élévation verticale.

Si le grand dentelé peut toujours suppléer la portion moyenne du trapèze, pour l'élévation verticale du bras, il ne résulte pas moins du défaut d'action de cette portion moyenne un affaiblissement considérable dans tous les mouvements du membre supérieur, sitôt que l'humérus s'écarte du tronc, surtout quand il s'élève au-dessus de la ligne horizontale.

79. L'impuissance du grand dentelé enlève au membre supérieur une partie de sa force, sans pour cela en compromettre aussi gravement les fonctions que la perte du deltoïde. Conséquemment ce dernier muscle est plus utile que le premier. L'individu représenté dans la figure 14, pouvait, quoiqu'il fût privé de son grand dentelé, pousser devant lui une petite voiture dont il tenait les brancards dans chaque main. — Il était marchand des quatre saisons. — Il portait la main à la bouche, à la tête, à l'épaule opposée, faisait en un mot une foule de mouvements certainement impossibles chez l'homme qui a perdu l'usage du deltoïde (1).

gauche, il reste à peine quelques traces du biceps, tandis que le triceps est encore assez développé; c'est l'inverse pour le bras droit. — Son deltoïde est atrophié à droite et très-développé à gauche. — Ses deux longs supinateurs ont entièrement disparu; les autres muscles de l'avant-bras et ceux de la main sont intacts. (L'atrophie du long supinateur donne à l'avant-bras une forme fusiforme.) — Aux membres inférieurs, l'atrophie a atteint les muscles de la cuisse, surtout ceux de la région antérieure; mais elle a respecté ceux de la jambe et du pied. — Ce sujet est représenté portant autant que possible dans l'élévation en avant, ses bras qui, en conséquence, sont vus en raccourci. Cette élévation est très-limitée, comme on le voit dans la figure 15. Pendant ce mouvement, ses omoplates basculent au point que ses angles internes A, A, font une saillie considérable sur les côtés du cou. Alors aussi sa cambrure, habituellement très-prononcée par le fait de l'atrophie de ses muscles abdominaux, augmente encore davantage, et le tronc se renverse en arrière.

(1) Les expériences exposées dans les articles précédents ont été faites

## ARTICLE II.

### SUS-ÉPINEUX.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

Par l'excitation électrique du muscle sus-épineux, voici ce que l'on observe : 1° le bras s'élève obliquement en avant et en dehors ; en même temps il tourne de dehors en dedans sur son axe longitudinal ; 2° l'angle externe de l'omoplate

publiquement sur un grand nombre de sujets, et les faits cliniques qui confirment ces expériences ont été recueillis, pour la plupart, dans les hôpitaux. Depuis plusieurs années, il ne se passe presque pas de jour que je n'aie l'occasion de répéter mes expériences, en présence des hommes les plus élevés dans la science. Il eût été certainement très-intéressant de rapporter les observations de tous les sujets sur lesquels j'ai fait ces expériences. Mais il m'eût fallu pour cela sortir des limites que je me suis imposées.

Mes recherches sur les fonctions et sur les affections du grand dentelé reposent sur plus d'une dizaine de faits cliniques. En voici le sommaire :

Premier cas. — Javais, âgé de vingt-huit ans, ciseleur, demeurant rue Saint-Louis, au Marais, 21 ; exploré en 1851, à la Charité, salle Saint-Louis, n° 11, service de M. Briquet : *atrophie du grand dentelé à un degré peu avancé, avec atrophie complète du tiers inférieur et de la moitié inférieure du trapèze.* — Chez ce malade, l'atrophie, qui avait débuté par les mains, avait déjà détruit un grand nombre d'autres muscles à l'époque où je l'observais ; elle tendait à se généraliser (voy. la fig. 1).

Deuxième cas. — Vergalet, brossier, âgé de trente-quatre ans : *atrophie du grand dentelé, du tiers inférieur et d'une grande partie du tiers moyen du trapèze droit, par abus de travail.* — L'atrophie n'avait pas encore envahi les muscles des autres régions (voy. les fig. 2, 5, 11, 12, 13).

Troisième cas. — Berniol, quarante et un ans, marchand des quatre saisons, demeurant rue des Écrivains, 21 ; exploré en 1849 à la Charité, salle Saint-Jean, n° 11, service de Gerdy : *atrophie du grand dentelé, de*

s'abaisse, pendant que son angle inférieur se rapproche de la ligne médiane, et que son bord spinal prend une direction oblique de bas en haut et de dedans au dehors.

B. — Remarques.

80. Il ressort des expériences précédentes que le sus-épineux est élévateur du bras.

*la moitié inférieure du trapèze et du rhomboïde du côté droit.* — Cause inconnue (voy. fig. 14).

Quatrième cas. — Rousseau, trente-huit ans, charpentier, demeurant à la Villette, rue de Flandre, 177 : *paralysie atrophique du grand dentelé.* — Cet homme avait été frappé de paralysie généralisée consécutivement à une chute d'un lieu élevé. Après une année de traitement, les mouvements étaient revenus dans la plupart des muscles, mais quelques-uns d'entre eux étaient restés atrophiés, et entre autres le grand dentelé. C'est la seule fois que j'ai eu l'occasion d'observer l'atrophie du grand dentelé, avec intégrité parfaite des autres muscles qui meuvent l'épaule sur le tronc et le bras sur l'épaule. Dans ce cas, les signes pathognomoniques de la paralysie du grand dentelé étaient aussi prononcés pendant l'élévation du bras que lorsque le trapèze est en même temps lésé.

Cinquième cas. — M. B..., âgé de vingt-deux ans, exploré en 1853 : *atrophie complète du grand dentelé, des trois portions du trapèze, du rhomboïde gauche et atrophie incomplète de l'angulaire gauche et du rhomboïde.* —L'atrophie a envahi presque toutes les régions, respectant certains muscles, entre autres ceux des avant-bras et des jambes. A la face, l'orbiculaire des lèvres a entièrement disparu ; ce qui lui donne un aspect tout particulier. Ce malade m'a été adressé par le professeur Gerdy (voy. fig. 9 et 15).

Sixième cas. — Madame X....., demeurant rue Saint-Honoré, n° 122, explorée en 1852 : *atrophie des grands dentelés et des trapèzes à l'exception du faisceau claviculaire.* — La plupart des muscles du tronc étaient atrophiés chez cette malade. Elle avait aussi perdu son orbiculaire des lèvres. Adressée par le docteur Debout, avec lequel j'ai observé ce cas.

Septième cas. — Madame X...., âgée de vingt-cinq ans, demeurant rue Montmartre, n° 40 : *atrophie des grands dentelés, des trapèzes et des rhomboïdes.* — L'atrophie est généralisée chez cette malade, bien que certains muscles soient parfaitement intacts. L'orbiculaire des lèvres est entièrement atrophié. Cette malade m'a été adressée par M. Bouvier ; je l'ai fait entrer à la Charité, dans le service de M. Cruveilhier (voy. fig. 10).

Huitième cas. — M. X...., exploré en 1852 : *atrophie du grand dentelé,*

Ce fait était enseigné, sans avoir été démontré.

Cette action du sus-épineux est plus puissante qu'on ne le croyait ; l'expérimentation électro-physiologique ne saurait

*des trapèzes et des rhomboïdes.* — Ce cas offre une grande analogie avec le cinquième cas, par sa généralisation et par les muscles qui ont été envahis par l'atrophie graisseuse progressive. Sur le tronc, ce sont aussi les mêmes muscles qui ont été détruits ; aux membres supérieurs, les muscles de l'avant-bras ; aux membres inférieurs, les muscles de la jambe, sont très-développés, tandis que les muscles du bras et de la cuisse sont plus ou moins atrophiés. A la face, on ne retrouve plus l'orbiculaire des lèvres.

(Toutes les faces privées de ce dernier muscle ont le même aspect ; les èvres sont grosses et tombantes, et la bouche est largement fendue.)

Neuvième cas. — M. X....., âgé de trente-huit ans, professeur de philologie au gymnase impérial de Moscou, exploré en 1853 : *atrophie des grands dentelés, des trapèzes, des rhomboïdes.* — Les muscles du tronc et des membres supérieurs sont plus ou moins atrophiés ; mais ceux des membres inférieurs sont intacts.

Dans les cas 5, 6, 7, 8, 9 et 10, l'attitude de l'omoplate est à peu près la même pendant le repos musculaire et pendant l'élévation du bras.

Dixième cas. — Hôpital de la Clinique, n° 9. Exploré en 1853 : *paralysie atrophique par lésion traumatique du grand dentelé et du deltoïde ;* les rotateurs de l'humérus et les fléchisseurs de l'avant-bras sur le bras sont également lésés.

Les atrophies du grand dentelé sont rares comparativement aux atrophies des autres muscles moteurs de l'épaule sur le tronc. Si, à la liste des atrophies du grand dentelé j'ajoutais celle des autres atrophies partielles, qui sont communes, j'aurais facilement réuni une centaine d'observations. Je dis ceci pour que l'on sache que mes recherches électro-pathologiques sur l'épaule reposent sur un très-grand nombre de faits ; si j'ai rapporté, dans ce chapitre, des expériences faites souvent sur le même sujet, c'est uniquement pour ne pas fatiguer l'attention du lecteur. J'aurais certainement abusé de son temps et de sa patience en exposant le récit détaillé de toutes ces observations.

La présente note a été rédigée en 1855 (Duchenne, *De l'électrisation localisée*, Paris, 1855). Depuis lors, j'ai observé bien d'autres cas de paralysie ou d'atrophie du grand dentelé, dont j'aurais pu exposer le sommaire à la suite des cas précédents. Tous ont confirmé les faits physiologiques exposés dans ce paragraphe.

donner de l'étendue du mouvement d'élévation qu'il imprime à l'humérus, une idée aussi complète que l'observation pathologique, comme on le verra bientôt.

81. Le sus-épineux ne peut élever l'humérus qu'en le dirigeant en dehors et en lui imprimant un léger mouvement de rotation en dedans ; cependant ces derniers mouvements sont exécutés avec faiblesse, car, pendant l'élévation de l'humérus par ce muscle, on peut porter le bras du sujet en avant ou arrière et lui imprimer un mouvement de rotation de dedans en dehors, sans éprouver de résistance.

82. Le sus-épineux est donc l'auxiliaire du deltoïde pour l'élévation du bras, et il ne lui crée pas d'antagonisme, lorsque par la contraction des portions antérieures ou postérieures de ce dernier muscle, il dirige le bras en avant ou en arrière.

83. Le sus-épineux n'est pas seulement un auxiliaire du deltoïde, par cette raison qu'il produit l'élévation du bras avec un peu de puissance; son concours lui est encore nécessaire pour maintenir la tête de l'humérus en rapport avec la cavité glénoïde, pendant l'élévation du bras. J'ai observé, en effet, dans mes expériences, que, pendant l'élévation du bras par la contraction isolée du deltoïde, la tête de l'humérus a une tendance à abandonner la cavité glénoïde de l'omoplate, en se subluxant en bas. On comprend donc combien il était utile alors que cette tête de l'humérus fût maintenue solidement en haut et appliquée contre la cavité glénoïde; c'est le sus-épineux qui est chargé spécialement de cette action.

84. On a remarqué que, de même que le deltoïde, la contraction du sus-épineux produit une dépression de l'angle externe de l'omoplate et l'élévation de son angle inférieur qu'il rapproche de la ligne médiane; qu'il s'oppose en consé-

quence au mouvement de bascule de l'omoplate, nécessaire à l'élévation perpendiculaire du bras.

Ces faits démontrent que le concours synergique du grand dentelé lui est aussi nécessaire qu'au deltoïde.

### § II. — Physiologie pathologique.

85. Rarement, ai-je déjà dit, l'excitation électrique parvient à faire contracter un muscle avec autant d'énergie que la volonté. Cette remarque est particulièrement applicable au sus-épineux. Aussi n'ai-je pu juger de la puissance de ce muscle et de l'étendue du mouvement qu'il peut imprimer à l'humérus, que lorsque je l'ai vu, chez un individu dont le deltoïde était complétement atrophié, élever verticalement l'humérus, avec le concours du deltoïde et du grand dentelé. Voici, en résumé, ce fait important :

Un homme est envoyé à ma clinique civile pour une douleur rhumatoïde, siégeant depuis plus d'une année dans les muscles qui meuvent le bras sur l'épaule. Je constate que le moindre mouvement qu'il veut imprimer à ce membre provoque de très-vives douleurs dans l'épaule et dans les masses musculaires voisines, et que l'élévation volontaire de ce membre est impossible. Son deltoïde était atrophié, la peau était littéralement appliquée sur la tête de l'humérus dont elle dessinait le relief; à l'exploration électrique, on ne retrouvait plus le moindre vestige du deltoïde.

L'impossibilité d'élever le bras devait être attribuée dans ce cas plutôt à la destruction de ce muscle qu'aux douleurs rhumatoïdes, car, tout en admettant que le sus-épineux est auxiliaire de l'élévateur du bras, je ne croyais pas, je l'avoue, que ce mouvement fût possible sans le deltoïde. Mais quand

ce malade fut guéri de ses douleurs rhumatoïdes, sous l'influence de plusieurs excitations électro-cutanées, pratiquées *loco dolenti*, quelle ne fut pas ma surprise de lui voir élever son bras verticalement et sans effort! Pendant ce mouvement, le bras était porté obliquement en avant et en dehors, et l'humérus exécutait sur son axe un mouvement de rotation en dedans. Je me suis assuré que le deltoïde atrophié ne pouvait avoir participé à ce mouvement, et que l'élévation du bras était alors opérée par le sus-épineux aidé, bien entendu, par les muscles auxiliaires du deltoïde : le grand dentelé et le tiers supérieur du trapèze. La puissance de ce mouvement était seulement de quelques kilos, augmentée, bien entendu, par la force employée à vaincre la pesanteur du membre.

Le bras ne pouvait être élevé que dans la direction indiquée ci-dessus, et lorsque le sujet voulait le diriger plus en dedans, — ce qu'il n'obtenait que par la contraction du tiers supérieur du grand pectoral, — il était abaissé jusque un peu au-dessous de la direction horizontale.

Ce fait de physiologie pathologique (l'élévation complète du bras, malgré la destruction du deltoïde) était tellement inattendu, que j'ai fait entrer le malade dans un des services de l'Hôtel-Dieu, salle Sainte-Agnès, service de M. Trousseau, afin qu'il y fût observé publiquement et qu'il devînt ainsi plus authentique.

En somme, il est bien démontré, par l'observation clinique, que le sus-épineux peut isolément élever l'humérus sur l'omoplate à la même hauteur que le deltoïde; mais que différemment de celui-ci qui, par la contraction successive de ses divers faisceaux, le dirige ou en avant, ou en dehors, ou en arrière, il le porte seulement obliquement en avant et en

dehors, et avec une force comparativement beaucoup moins grande.

86. Ce degré de puissance de l'action élévatrice du sus-épineux avait besoin d'être démontré; car elle avait été mise en doute par l'un des anatomistes qui jouit, à bon droit, de la plus grande autorité en physiologie musculaire, par Winslow : « On le regarde, dit-il, comme un élévateur du bras avec le deltoïde, et on prétend que c'est le sus-épineux qui commence l'élévation du bras, et que le deltoïde la continue ou l'achève. *Ce muscle, outre qu'il est trop petit, paraît trop près de l'articulation de la tête de l'os du bras, et trop petit à proportion de toute l'extrémité supérieure qui est pesante et longue, pour qu'on puisse être sûr de cet usage.* »

87. Une des plus importantes fonctions du sus-épineux, c'est de maintenir solidement, ainsi que je l'ai déjà dit, la tête de l'humérus en rapport avec la cavité glénoïde, principalement en se contractant synergiquement avec les autres muscles moteurs du bras.

Voici, en effet, ce que m'a appris à cet égard l'observation clinique :

Chez plusieurs sujets dont le sus-épineux, le sous-épineux et le trapèze étaient atrophiés, j'ai observé fréquemment, pendant l'élévation du bras (par le deltoïde et le grand dentelé) la subluxation en arrière ou en bas de la tête de l'humérus, dans l'articulation scapulo-humérale.

Ces mêmes individus pouvaient aussi, pendant que le bras tombait verticalement, subluxer à volonté la tête de l'humérus en arrière et le faire rentrer ensuite dans la cavité glénoïde. Ces mouvements pathologiques qui sont produits, en ce cas, par la contraction du grand rond ou de la longue portion du triceps brachial, deviennent impossibles, quand le

sus-épineux est intact, alors même que le deltoïde est complétement atrophié.

88. Le sus-épineux est aussi très-utile comme ligament actif de l'articulation scapulo-humérale. C'est ce qui est mis surtout en évidence, lorsque ce muscle est atrophié en même temps que le deltoïde. Alors, non-seulement la tête de l'humérus fait relief sous la peau appliquée sur elle, mais une dépression d'autant plus considérable existe entre cette tête et le bord de l'acromion, que cette tête qui n'est plus retenue par le sus-épineux, s'est abaissée davantage. Cette diastase n'a pas lieu, lorsque le deltoïde est seul atrophié; — elle n'existait pas chez le sujet de l'observation précédente.

89. Selon Winslow, le sus-épineux serait principalement destiné à déprimer la tête de l'humérus, ou à l'empêcher de s'élever au-dessus de la cavité glénoïde, au moment où le puissant deltoïde doit, dit-il, l'élever, dans le premier temps de sa contraction, au-dessus de la cavité glénoïde et la pousser fortement contre l'acromion. Il en résulterait que, privée du concours du sus-épineux, l'élévation de l'humérus par le deltoïde occasionnerait un froissement de sa tête contre l'acromion.

Or cette hypothèse n'est pas justifiée par l'observation clinique, ni par l'expérimentation électro-physiologique. Je n'ai pas, en effet, observé ce froissement de la tête de l'humérus contre l'acromion, pendant l'élévation du bras, chez le sujet dont le sus-épineux était atrophié; il ne se produit pas non plus, lorsque, par la faradisation localisée, on fait contracter isolément le deltoïde.

## ARTICLE III.

### SOUS-ÉPINEUX, PETIT ROND ET SOUS-SCAPULAIRE.

#### § I. — Électro-physiologie.

##### A. — Expériences.

I. L'expérimentation électro-musculaire démontre que le petit rond imprime à l'humérus les mêmes mouvements que le sous-épineux. Je le considérerai donc comme une dépendance de celui-ci.

II. Le membre, au repos musculaire et tombant verticalement sur le côté du tronc, exécute un mouvement de rotation de dedans en dehors, lorsque l'on faradise les muscles dits sous-épineux et petit rond, et que l'on pourrait appeler : *Rotateur huméral postérieur*.

L'étendue de ce mouvement de rotation est alors d'un huitième de cercle; mais si au moment de l'excitation du sous-épineux, le bras se trouve à son plus haut degré de rotation en dedans, l'étendue du mouvement de rotation en dehors est d'un quart de cercle.

III. Si, pendant cette expérience, l'avant-bras est infléchi sur le bras et placé dans la rotation en dedans, cet avant-bras décrit un quart de cercle sur l'axe longitudinal du bras.

IV. L'excitation électrique du sous-épineux imprime au bras le même mouvement de rotation de dedans en dehors, qu'il se trouve abaissé ou élevé en avant ou en arrière.

V. Le muscle sous-scapulaire, en raison de sa position, ne peut être faradisé isolément et directement sur l'homme sain. Mais chez des sujets dont le grand rond et le grand

dorsal étaient atrophiés, il m'a été possible de poser les rhéophores au niveau du faisceau inférieur du sous-scapulaire et d'en obtenir la contraction.

Et puis en promenant les rhéophores sur différents points du plexus brachial au-dessus de la clavicule, j'ai obtenu quelquefois la contraction indirecte du sous-scapulaire, mais toujours compliquée alors de la contraction d'autres muscles, et ordinairement de celle du grand pectoral, du grand dorsal et du grand dentelé, soit isolément, soit ensemble. Dans toutes ces expériences on constate que le bras exécute un mouvement de rotation, exactement en sens contraire du sous-épineux.

B. — Remarques.

90. L'expérimentation électro-physiologique vient de démontrer que l'étendue du mouvement de rotation de dedans en dehors, exécuté par le bras sur son axe longitudinal, sous l'influence de la contraction du rotateur huméral postérieur, est d'un quart de cercle, lorsqu'au moment de l'expérience ce membre se trouve placé dans la rotation en dedans.

Ce fait est des plus évidents, si alors le bras étant maintenu, dans l'élévation, l'avant-bras est infléchi sur lui, car on voit cet avant-bras tournant sur l'axe longitudinal de l'humérus dont il devient pour ainsi dire le rayon, décrire exactement un quart de cercle.

91. Mais il est moins facile de constater l'étendue de ce mouvement de rotation, lorsque l'avant-bras se trouve dans l'extension. Voici cependant comment on peut observer ce fait exactement. Si le bras tombe verticalement sur le côté du tronc, et qu'il soit maintenu à son maximum de rotation en dedans, on remarque que l'épitrochlée regarde en arrière et

l'épicondyle en avant. L'humérus a-t-il ensuite fait son mouvement de rotation en dehors, sous l'influence d'une forte excitation électrique du rotateur huméral postérieur (le sous-épineux) l'épitrochlée regarde en dedans et l'épicondyle en dehors. Ces deux éminences ont donc alors décrit chacune un quart de cercle de dedans en dehors.

Est-il besoin d'ajouter que si le membre supérieur tombe naturellement sur le côté du corps, sans l'intervention de toute action musculaire, l'humérus se trouve dans une position intermédiaire entre la rotation en dehors et la rotation en dedans, et conséquemment que le mouvement de rotation en dehors dont il est question, n'a plus qu'un huitième de cercle d'étendue. La connaissance des faits précédents intéresse principalement l'étude du mécanisme de certains mouvements de supination, comme on le verra par la suite.

92. Quel que soit le degré d'élévation ou d'abaissement du bras, qu'il soit porté en avant ou en arrière, son mouvement de rotation en dehors par le sous-épineux a autant d'étendue.

93. Il fallait que ce mouvement de rotation de l'humérus fût entièrement indépendant, c'est-à-dire qu'il pût se faire, sans s'opposer au mouvement du bras en haut, en avant ou en arrière.

J'ai constaté que le sous-épineux remplit ces conditions. Si, en effet, le bras est abaissé, alors que l'on fait contracter ce muscle, le membre ne fait pas le moindre mouvement en dehors ou en arrière, pendant qu'il tourne sur son axe longitudinal; si au contraire on le maintient dans la direction horizontale, on sent que le sous-épineux ne lui imprime aucun mouvement d'abaissement.

94. Le mouvement de rotation de l'humérus de dehors en dedans, que j'ai produit, dans une des expériences électro-

physiologiques, exposées précédemment, en plaçant les rhéophores au-dessus de la clavicule, est certainement dû à l'excitation électrique du filet moteur de ce muscle, bien qu'il m'ait fallu le chercher au milieu du plexus brachial. Aucun autre moteur du bras ne saurait exécuter un mouvement semblable. L'électrisation directe d'un faisceau du sous-scapulaire a montré que les mouvements propres de ce muscle sont antagonistes de ceux du sous-épineux.

Tout ce qui vient d'être dit de l'étendue du mouvement de rotation propre au sous-épineux est donc applicable au sous-scapulaire (rotateur huméral antérieur), avec cette différence, bien entendu, qu'il a lieu dans un sens opposé.

### § II. — Physiologie pathologique.

95. Les anciens avaient fait jouer au sous-épineux et au sous-scapulaire un rôle important dans les mouvements de supination et de pronation de la main. L'observation clinique démontre combien les modernes ont eu tort de vouloir restreindre l'utilité de ces muscles pour cet usage. Voici quelques faits à l'appui de mon assertion.

Lorsque le bras se trouve maintenu dans la rotation en dedans par la contracture du sous-scapulaire ou consécutivement à la paralysie ou à l'atrophie du rotateur huméral postérieur (sous-épineux et petit rond), la face palmaire de la main, si l'avant-bras est étendu sur le bras, regarde seulement en dedans, même lorsque les muscles qui mettent le radius en supination sur le cubitus, sont au maximum de contraction. Pour que la main soit alors en supination complète, en d'autres termes, pour que sa face palmaire regarde en avant, il lui manque encore un quart de rotation en dehors sur son

axe longitudinal, mouvement qui, dans ce cas, ne peut être exécuté que par le muscle sous-épineux.

D'autre part, j'ai observé, dans la contracture des muscles pronateurs, que la main peut encore exécuter un quart de mouvement de supination ou de pronation, par la rotation du bras alternativement en dehors et en dedans, sous l'influence, bien entendu, du rotateur huméral postérieur (sous-épineux) ou du rotateur huméral antérieur (sous-scapulaire), et j'ai vu ces mouvements de la main se reproduire de la même manière, alors qu'elle était maintenue en supination continue par une cause pathologique quelconque.

Ces faits cliniques montrent donc que l'on doit accorder une part considérable aux rotateurs du bras, dans l'accomplissement des mouvements qui placent la main en supination ou en pronation.

96. Les sujets privés du mouvement de rotation du bras en dehors éprouvent une grande difficulté pour écrire. Leur main, il est vrai, conduit facilement la plume, trace bien les caractères, mais dès qu'ils ont écrit un ou deux mots, ne pouvant plus continuer la ligne, ils sont forcés de s'arrêter. Ils tirent un peu le papier de droite à gauche avec la main opposée (gauche), et tracent encore un ou deux mots, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'ils soient arrivés au bout de la ligne. Grâce à cet artifice, ils peuvent écrire ; mais on comprend la gêne et la fatigue qu'ils doivent alors éprouver.

Voici le mécanisme de ce trouble fonctionnel : si le sujet privé du mouvement de rotation en dehors, par le fait de la paralysie de son sous-épineux, place son bras sur une table comme pour écrire ou dessiner, et que tenant à la main une plume ou un crayon, il veuille tracer une ligne, on remarque que sa main seule exécute un mouvement de gauche à droite,

et qu'il ne peut donner à sa ligne plus de 3 à 4 centimètres d'étendue. Alors son sous-épineux est-il faradisé, son avant-bras continue sa rotation en dehors sur l'axe longitudinal du bras, et la ligne tracée par sa main peut avoir jusqu'à 28 à 29 centimètres d'étendue. On comprend donc que tout individu qui ne pourra faire tourner son bras de dedans en dehors, par le fait de la paralysie ou de l'atrophie de son sous-épineux, ou à cause de la contracture de son sous-scapulaire, et qui voudra écrire, sera forcé pour finir sa ligne, de tirer à chaque instant son papier de droite à gauche, après avoir tracé quelques mots.

Je pourrais démontrer encore comment les gens qui vivent de l'aiguille, ne peuvent continuer leur état, s'ils viennent à être privés de leur rotateur de l'humérus en dehors. Je pourrais aussi, par d'autres exemples choisis parmi les faits cliniques que j'ai observés, prouver que, dans la plupart des usages du membre supérieur, les mouvements de rotation du bras de dehors en dedans sur son axe longitudinal, sont utiles ou nécessaires ; mais cela m'entraînerait trop loin. Tout le monde, d'ailleurs, peut pressentir quels doivent être en général les troubles fonctionnels occasionnés par l'abolition de ces mouvements de rotation.

## ARTICLE IV.

### GRAND DORSAL.

#### § I. — Électro-physiologie.

##### A. — Expériences.

1. Le bras était placé dans une direction parallèle à l'axe du tronc, si l'on faradise isolément chacune des portions du grand dorsal, on observe les mouvements suivants :

1° Le tiers supérieur du grand dorsal, après avoir attiré le bras en dedans et en arrière, approche l'omoplate de la ligne médiane de 2, 3 ou 4 centimètres, selon la distance habituelle entre cet os et la ligne médiane. Pendant ce mouvement, le bord spinal de l'omoplate devient un peu plus saillant que dans l'attitude au repos de cet os ; cependant il reste parallèle à l'axe du tronc.

2° Les deux tiers inférieurs du grand dorsal abaissent le moignon de l'épaule, avec d'autant plus de force que les faisceaux excités deviennent plus inférieurs, et ils inclinent légèrement le tronc de leur côté.

3° Le tiers supérieur du grand dorsal, excité simultanément des deux côtés, rapproche les deux omoplates l'une de l'autre, efface les épaules qui se portent obliquement en arrière et en dedans, et en même temps il produit énergiquement l'extension de la portion dorsale du tronc.

4° Les faisceaux inférieurs de chaque grand dorsal, excités simultanément, abaissent puissamment les épaules et produisent faiblement l'extension du tronc.

5° Sous l'influence de cette action isolée des deux tiers inférieurs du grand dorsal, la tête de l'humérus est abaissée avec force et tend à se subluxer en bas sur le rebord de la cavité glénoïde de l'omoplate.

6° Lorsque les bras sont éloignés du tronc, ou quand l'un d'eux devient point fixe, les mouvements que l'on produit par la faradisation du grand dorsal sont les mêmes que ceux qui ont été décrits par les auteurs. J'ai seulement à ajouter que la respiration devient alors difficile ou courte, lorsque l'on maintient les grands dorsaux dans une contraction continue.

B. — Remarques.

97. Mouvements simultanés d'abaissement du bras, de rotation en dedans et d'avant en arrière de ce membre, action sur la respiration, mouvements du tronc vers le bras, lorsque celui-ci est fixé, tels sont les seuls mouvements que les anatomistes aient attribués au grand dorsal.

L'expérimentation électro-musculaire a confirmé l'opinion des auteurs. Elle vient en outre de mettre en lumière l'action puissante que les diverses portions de ce muscle exercent encore sur l'épaule et même sur le tronc, alors que sa contraction paraît arrivée à ses dernières limites, c'est-à-dire quand le bras est serré contre la poitrine, action que ne sauraient remplacer les forces réunies des autres muscles qui meuvent l'omoplate.

98. J'ai démontré que le trapèze et le rhomboïde rapprochent, par leur action combinée, l'omoplate de la ligne médiane, sans déranger le parallélisme de son bord spinal, par rapport à l'axe de la colonne vertébrale; mais ils ne peuvent exécuter ce mouvement sans élever les épaules. Or, cette attitude des épaules, qui exige un effort musculaire, est fatigante et ne pourrait être conservée longtemps. De plus, comme en élevant les épaules elle raccourcit la longueur du cou, il en résulte que les lignes courbes, qui latéralement descendent de la tête vers les épaules, sont moins harmonieuses.

99. On voit qu'il en est autrement, si l'on compare à l'action combinée de ces muscles celle du grand dorsal qui rapproche parallèlement les omoplates en effaçant les épaules, abaisse celles-ci et maintient la rectitude du tronc.

Il n'est certainement pas nécessaire de faire ressortir l'importance de ce muscle dont l'influence est si grande sur l'attitude des épaules et du tronc, de ce muscle modérateur nécessaire du grand pectoral qui ne peut porter les épaules en avant et en haut, sans comprimer les côtes et gêner la respiration. Le grand dorsal empêche, en outre, la voussure du dos et peut aider au développement des organes pulmonaires ; enfin, c'est principalement lui qui, chez le militaire, produit l'attitude au port d'armes.

Je renvoie ce que j'ai à dire des mouvements de rotation en dedans et d'avant en arrière, produits par le grand dorsal, au paragraphe consacré à l'étude du grand rond.

100. L'expérimentation électro-physiologique a montré qu'en agissant isolément, comme abaisseurs du bras sur l'épaule, les deux tiers inférieurs du grand dorsal tirent fortement en bas la tête de l'humérus. Lorsque je traiterai de l'action propre du grand anconé (longue portion du triceps brachial) et du coraco-brachial, on verra que l'atrophie de ces muscles met ce fait plus en évidence.

Je démontrerai aussi bientôt que le tiers inférieur du grand pectoral agit de la même manière sur la tête de l'humérus.

Cette action musculaire qui éloigne énergiquement la tête de l'humérus du centre de la cavité glénoïde de l'omoplate et tend à la subluxer en bas, serait dangereuse pour l'articulation scapulo-humérale, si pendant l'abaissement physiologique du bras sur l'épaule elle n'était pas neutralisée par le concours synergique d'autres muscles auxiliaires de ce mouvement. Je démontrerai bientôt que le grand anconé et le coraco-brachial sont chargés de cette importante fonction.

## § II. — Physiologie pathologique.

101. J'ai démontré par l'expérimentation électro-physiologique que c'est principalement au grand dorsal qu'il est donné de produire cette attitude qui 1° dégage la poitrine en effaçant les épaules et en attirant l'omoplate vers la ligne médiane, 2° abaisse les épaules, 3° redresse le tronc.

C'est encore ce que l'observation pathologique vient confirmer. En effet, le sujet représenté dans la figure 14, ayant longtemps servi dans l'armée, avait conservé cette attitude qui distingue l'ancien soldat ; lorsqu'on lui disait de se placer au port d'armes, ses omoplates se rapprochaient et ses épaules s'abaissaient en s'effaçant, et cela, malgré l'atrophie complète de ses rhomboïdes et du tiers inférieur de ses trapèzes. C'est qu'il avait conservé intacts ses grands dorsaux, et l'on constatait que ces derniers se contractaient dans l'attitude au port d'armes.

Voyons ce qui se passe quand c'est, au contraire, le grand dorsal qui est atrophié, comme chez Bonnard, par exemple, qui est représenté dans les figures 3 et 4. Lui aussi avait été militaire ; eh bien, il ne pouvait se placer au port d'armes sans élever disgracieusement ses épaules, et cette attitude le fatiguait au point qu'il ne pouvait la conserver longtemps. Dans les efforts qu'il faisait pour rapprocher ses omoplates de la ligne médiane, ses rhomboïdes seuls se contractaient, exécutant le mouvement qui leur est propre. Il avait, on se le rappelle, perdu ses grand dorsaux et ses trapèzes.

J'examinerai dans l'article suivant, à l'occasion de physiologie pathologique du grand pectoral, quels sont les troubles fonctionnels occasionnés par l'atrophie du grand dorsal,

pendant l'abaissement du bras, et quelle est l'influence exercée par le plus ou moins grand développement de ce muscle sur le degré d'élévation des épaules au repos musculaire.

## ARTICLE V.

## GRAND PECTORAL.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

I. La *portion supérieure* du grand pectoral, qui est constituée par le faisceau claviculaire et par celui qui s'insère à la première portion du sternum, entre-t-elle en contraction, sous l'influence de la faradisation localisée, alors que les bras tombent sur les côtés du tronc, le moignon de l'épaule se porte obliquement en haut et en avant. — Si l'on fait contracter simultanément la portion supérieure des deux grands pectoraux, le mouvement décrit plus haut se produit de chaque côté, les coudes se portent obliquement en avant, en dedans et un peu en haut, et les bras sont serrés contre les parois thoraciques.

Le membre est-il placé dans l'élévation verticale, au moment de la contraction de cette portion supérieure, on le voit se porter d'arrière en avant, se rapprocher de la ligne médiane, et s'abaisser jusqu'à la direction horizontale. — Pendant ce mouvement, l'humérus tourne toujours sur son axe longitudinal dans la rotation en dedans, s'il se trouve en supination ou en demi-supination, au moment de l'expérience.

Enfin, si les bras sont placés horizontalement en croix, ces membres étendus décrivent une courbe en se portant en

avant et en dedans, jusqu'à ce qu'ils soient arrivés vers la ligne médiane.

II. La *portion inférieure*, qui se compose de tous les faisceaux sternaux, à l'exception de celui qui s'insère à la première pièce du sternum, des faisceaux costaux et d'un faisceau qui s'attache à l'aponévrose abdominale, tire en bas le moignon de l'épaule, lorsque le bras est appliqué sur le côté du tronc.

Non-seulement de même que la portion supérieure, elle abaisse le membre placé dans l'élévation, jusqu'à la ligne horizontale, mais encore c'est elle qui continue l'abaissement au-dessous de ce point. Ce dernier mouvement serait contrarié par la contraction simultanée de la portion supérieure, qui, je l'ai dit plus haut, produit un léger mouvement du bras en avant, en haut et en dedans. Pendant qu'il est abaissé par la portion inférieure, le bras est ramené plus en dehors, mais il ne se place pas exactement dans une direction parallèle à l'axe du tronc.

Lorsque le membre supérieur se trouve porté en dehors, perpendiculairement à l'axe du tronc, au moment de la contraction de la portion inférieure du grand pectoral, le bras exécute un mouvement oblique de haut en bas et d'arrière en avant.

De même que la portion inférieure du grand dorsal, la portion inférieure du grand pectoral attire en bas avec force la tête de l'humérus et l'éloigne conséquemment de la cavité glénoïde de l'omoplate.

B. — Remarques.

102. Il résulte de ces expériences que le grand pectoral peut se diviser en deux portions dont les fonctions sont bien

distinctes. Je vais montrer que ce sont réellement deux muscles qui se contractent souvent séparément pour remplir des usages spéciaux.

103. On a vu plus haut que les faisceaux provenant de la portion supérieure du grand pectoral sont à la fois abaisseurs et élévateurs du bras, selon la position du membre.

Tous les auteurs ont signalé le mouvement oblique en haut et en dedans, que cette portion imprime au bras, lorsque sa direction est parallèle à l'axe du tronc. Ce mouvement est gêné et plus limité qu'on ne l'a dit ; son usage n'est pas celui qui lui a été assigné, comme le prouvera l'étude clinique de ce muscle.

Mais aucun physiologiste n'a décrit ce grand mouvement d'abaissement que le grand pectoral fait exécuter au bras placé dans l'élévation verticale, mouvement qui s'arrête à la direction horizontale. Ce muscle produit cependant ce mouvement souvent, et au besoin avec une grande force. Ainsi c'est la portion supérieure du grand pectoral qui fait tomber avec force en avant le bras élevé et armé d'un sabre ou d'un bâton ; c'est encore lui qui agit principalement chez le ministre de la religion, lorsqu'il abaisse les bras élevés pour imposer les mains et bénir les fidèles.

104. Il existe aussi un autre mouvement important qui a été négligé par les auteurs, et qu'on vient de voir produit par cette même portion supérieure : c'est ce mouvement horizontal et en avant exécuté par les bras placés en croix avec le tronc et qui a lieu dans la natation et dans une foule de circonstances que je n'ai pas besoin d'énumérer.

Je sais bien qu'on obtient ce même mouvement par la contraction successive et de dehors en dedans de tous les faisceaux du deltoïde ; mais je crois que la portion supérieure du

grand pectoral en est l'agent principal, celle à l'aide de laquelle il s'exécute directement et avec le plus de force, le deltoïde n'étant appelé qu'à maintenir l'élévation horizontale, en s'accommodant, par ses contractions partielles, au mouvement antéro-postérieur du bras.

105. Là ne sont pas limitées les fonctions de la portion supérieure du grand pectoral. Lorsque le bras est appliqué le long du corps, on a cru sans doute que son action se bornait à le presser plus fortement contre le tronc. Eh bien! voici une autre fonction bien plus importante que la portion supérieure du grand pectoral est appelée à remplir, dans cette attitude du membre supérieur. Elle élève avec une très-grande force le moignon de l'épaule et supporte la plus grande part des fardeaux qui sont placés sur lui. C'est, du reste, ce qu'il est facile de constater alors, et ce qui explique pourquoi, dans cette action, le bras s'applique si solidement contre la poitrine, en portant le coude un peu en avant.

Cette portion supérieure, qui jouit d'une si grande force, est destinée aussi à exprimer la crainte, l'humiliation, la prière, par l'attitude qu'elle impose aux épaules et au thorax. C'est elle, en effet, qui, portant les épaules en avant et en haut, arrondit le dos et creuse la poitrine en avant. Enfin, ses contractions saccadées expriment le frisson de la peur ou de la fièvre. La faradisation localisée dans cette portion musculaire obtient à volonté toutes ces attitudes d'expression.

On verra, dès que j'en serai à la pathologie, la part qu'elle prend dans les attitudes vicieuses ou les déformations consécutives aux affections musculaires de cette région.

106. La portion inférieure du grand pectoral abaisse toujours le bras, quelle que soit la position de ce dernier. Elle exécute ce mouvement avec beaucoup plus de force que la

portion supérieure qui d'ailleurs, on l'a vu, ne produit le mouvement d'abaissement que jusqu'à la direction horizontale.

Ce que j'ai dit de l'espèce de diastase produite dans l'articulation scapulo-humérale par l'action isolée de la portion inférieure du grand dorsal, et de la nécessité d'une action synergique que neutralise cette action dangereuse, est parfaitement applicable à l'étude physiologique de la portion inférieure du grand pectoral (voy. p. 98).

## § II. — Physiologie pathologique.

107. C'est le faisceau supérieur du grand pectoral, disent les anatomistes, qui porte l'humérus en avant pour croiser les bras, pour mettre la main sur l'épaule du côté opposé.

Élevé dans ces idées, je m'attendais à voir encore exécuter ces mouvements aux malades privés de leur deltoïde. Ainsi j'avais cru que le grand pectoral était également lésé, chez ceux qui étaient atteints d'une paralysie du deltoïde, parce que si je les engageais à croiser les bras ou à porter la main du côté paralysé sur l'épaule du côté sain, ils ne pouvaient y parvenir. Voici cependant les seuls mouvements qu'ils pouvaient imprimer alors au membre affecté : le bras dont le deltoïde était paralysé, se rapprochait de la poitrine et s'appuyait fortement contre les parois thoraciques ; le coude était porté obliquement en avant et en dedans, et atteignait à peine la face antérieure du thorax. En même temps, le moignon de l'épaule exécutait un mouvement oblique en haut et en avant. Dans ces circonstances, si les malades voulaient croiser les bras, le coude du côté paralysé ne pouvait se détacher du thorax pour se porter assez en avant, pour que la main du côté sain pût se placer sous lui, comme lorsqu'on

croise les bras. Ces individus voulaient-ils mettre la main sur l'épaule opposée, ce même coude restait attachée au côté et permettait à peine à cette main d'atteindre l'épaule.

J'avais jadis attribué ces troubles fonctionnels à l'absence d'action de la portion supérieure du grand pectoral, selon les idées physiologiques alors en honneur. Mais bientôt j'observai ces mêmes troubles fonctionnels dans toutes les paralysies limitées au deltoïde, où je reconnaissais que le grand pectoral n'était pas paralysé.

L'expérimentation électro-physiologique que je fis alors sur d'autres sujets, me convainquit que la portion supérieure du grand pectoral ne pouvait imprimer, dans ces cas, d'autres mouvements au bras que ceux qu'on lui voyait exécuter, et que la fonction qu'on lui avait accordée jusqu'alors devait être dans les attributions d'un autre muscle.

108. En effet, ce sont les faisceaux antérieurs du deltoïde qui exécutent ces mouvements, comme le prouvent l'électro-physiologie et l'observation clinique. Je rappellerai, à cette occasion, l'étude que j'ai faite sur l'action de ce muscle dans l'article précédent.

Je vais citer un autre fait qui complétera la démonstration de la proposition que je défends. Bonnard, dont il a été déjà question, avait perdu, je l'ai dit, ses pectoraux (voy. fig. 3 et 4) ; cependant il croisait naturellement les bras, portait facilement les mains sur son épaule du côté opposé, et cela grâce aux fibres antérieures du deltoïde qui, attirant le coude en avant, élèvent le bras à tous les degrés nécessaires, ce que ne peut faire la portion supérieure du grand pectoral, qui cloue pour ainsi dire le coude au corps, en le portant un peu obliquement en avant et en dedans.

L'individu représenté dans les figures 16 et 17 et dont les

grands pectoraux étaient atrophiés, comme l'indique la dé-

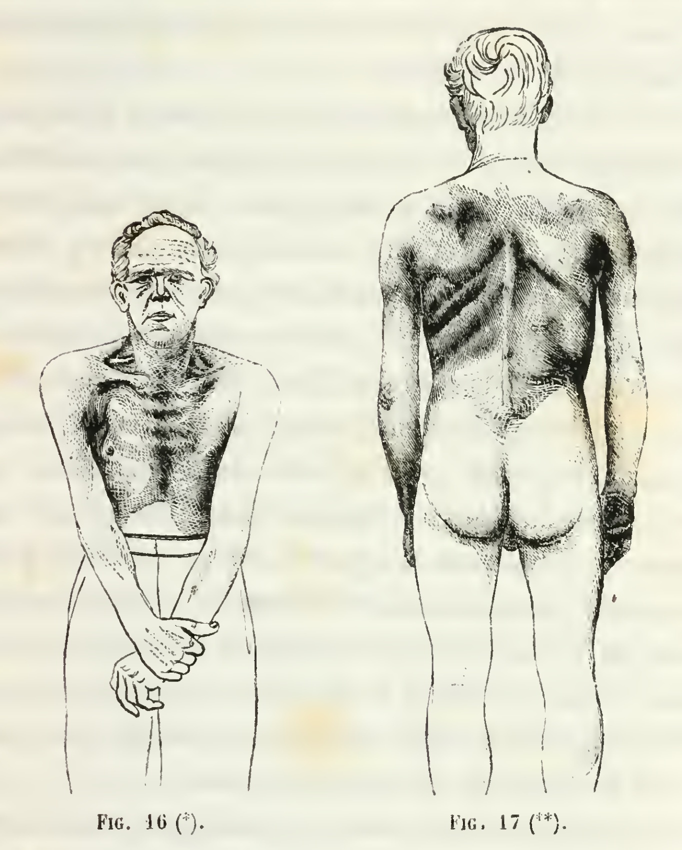


FIG. 16 (*). FIG. 17 (**).

(*) Montrant, vu de face, un sujet qui a perdu, par atrophie musculaire progressive, les mêmes muscles que le sujet représenté dans les figures 3 et 4. Au lieu du relief normal de ses pectoraux, on voit un enfoncement considérable à la face antérieure de sa poitrine, occasionné par l'atrophie de ces muscles. La peau y est littéralement collée sur les os, au point que l'on peut compter tous ses espaces intercostaux, comme dans la figure 4. Je lui ai fait porter les épaules en avant (voyez la fig. 16) et les creux sous-claviculaires ont encore augmenté, tandis qu'à l'état normal, les pectoraux qui concourent à ce mouvement font relief sous la peau. On remarque cependant la saillie du petit pectoral gauche, qui n'est pas encore entièrement détruit.

(**) La figure 17 montre l'attitude de ses épaules, consécutivement à l'atrophie du tiers inférieur (portion adductrice) de ses trapèzes. On voit que le bord spinal des omoplates est assez éloigné de la ligne médiane, à cause de l'atrophie de cette portion adductrice; mais ce bord spinal n'a pas une direction oblique, comme dans la figure 3, parce que la portion acromiale des trapèzes est encore saine et soutient bien l'angle externe de l'omoplate.

pression qui existe au niveau de ces muscles, pouvait aussi croiser ses bras, et porter sa main sur l'épaule opposée, grâce à l'intégrité de ses deltoïdes.

109. Voici le mécanisme de l'action spéciale et différentielle des faisceaux les plus antérieurs du deltoïde et des faisceaux les plus supérieurs du grand pectoral. Tous ces faisceaux, étant obliques de bas en haut et de dehors en dedans, doivent évidemment porter l'humérus dans une direction oblique; mais comme l'attache de la portion antérieure du deltoïde à l'humérus se fait sur un plan plus antérieur que celle de la portion supérieure du grand pectoral, le mouvement oblique de l'humérus produit par la première est plus antérieur que celui qui est dû à la contraction de la dernière qui, en conséquence, applique cet os contre le thorax. Toutefois je ne nie pas que, dans les mouvements de force, la portion supérieure du grand pectoral ne s'associe au deltoïde, pour conduire le bras en dedans et en avant; mais ce muscle est seulement auxiliaire dans ce cas, et ne remplit pas directement les fonctions qu'on lui a attribuées.

110. L'expérimentation électro-physiologique a fait voir que le bras élevé horizontalement en dehors est dirigé horizontalement en dedans par la contraction de la portion supérieure du grand pectoral; cela ne prouve pas que ce mouvement ne puisse plus avoir lieu sans le secours de cette portion musculaire. En effet, Bonnard, privé de ses pectoraux, exécutait parfaitement ce mouvement par la contraction successive des faisceaux les plus antérieurs de son deltoïde; mais ce mouvement était sans force, et lui occasionnait de la fatigue. On comprend, au contraire, que la portion supérieure du grand pectoral se produise avec une grande force.

Je ne crois pas que la portion inférieure du grand pectoral s'associe alors, même dans les mouvements de force, à sa portion supérieure, car celle-ci deviendrait dans ce cas antagoniste de l'élévation horizontale par le deltoïde.

111. On sait avec quelle puissance le grand pectoral, de même que le grand dorsal, agit dans les mouvements d'abaissement du bras. J'ai étudié l'action différentielle et spéciale qui appartient à chaque portion de ces muscles. Il me paraît maintenant intéressant, au point de vue de leur utilité comme abaisseurs du bras, de connaître quels sont les troubles fonctionnels qui résultent de leur défaut d'action.

C'est ce que de nombreux sujets, et Bonnard entre autres (fig. 3, 4, 16, 17), chez lesquels l'atrophie progressive n'avait épargné aucune des fibres du grand dorsal et du grand pectoral, m'ont fourni l'occasion d'observer. Ces individus, après avoir élevé le bras, atteignaient toujours juste et rapidement les points qu'on leur indiquait et qui étaient placés sur un plan moins élevé que leur main. Comme ils étaient entièrement privés des portions inférieures du grand pectoral et du grand dorsal, abaisseurs directs du bras, il faut bien admettre que leur deltoïde se relâchait graduellement et que le bras s'abaissait seulement par l'effet de sa pesanteur jusqu'à ce qu'il fût arrivé au point indiqué.

Ces mouvements d'abaissement se faisaient aussi facilement et aussi rapidement que si les abaisseurs eussent existé.

Ce fait ne conduit-il pas à supposer que, dans l'état physiologique, la pesanteur du membre remplace souvent l'action musculaire pour opérer son abaissement, comme elle le fait évidemment à l'état pathologique, dans le cas cité plus haut. L'intervention de cette force physique, si cette hypothèse est exacte, économiserait la dépense du fluide nerveux.

En somme, on peut se passer du grand pectoral et du grand dorsal dans la production des mouvements d'abaissement du bras, et, dans cette condition, on les exécute à peu près aussi habilement qu'à l'état normal.

112. Mais ces mouvements d'abaissement du bras ne s'exécutent pas toujours avec une force suffisante. Bonnard, le mécanicien, avait toujours assez de force pour travailler, quand son bras était armé d'un marteau, parce que cette force était alors représentée par le poids du marteau, augmentée par la pesanteur du membre supérieur et par la longueur du levier où se trouvait la puissance. Mais il avait de la peine à mettre en mouvement le soufflet de sa forge, en tirant de haut en bas, au moyen d'une poulie de renvoi, sur la corde qui le soulevait. C'est qu'alors le poids de son bras ne suffisait pas pour vaincre la résistance; il fallait, outre cette force physique, l'intervention d'une puissance dynamique, la force musculaire des abaisseurs qui lui manquaient. Heureusement pour Bonnard, les abaisseurs du bras n'étaient pas tous détruits, car il possédait encore le muscle grand rond, qui rapprochait l'humérus de l'omoplate, pendant que celui-ci était non-seulement fixé par le rhomboïde intact, mais encore mis en rotation sur son angle externe par ce dernier muscle, de manière à abaisser davantage l'humérus. (Ces faits ont été établis à l'occasion de l'étude du rhomboïde.) C'est ce qui lui permettait de produire l'abaissement du bras avec un peu de force, car, sans ces muscles, sa main impuissante serait restée fixée à la corde de son soufflet, sans pouvoir le soulever, si le poids de ce dernier avait dépassé celui de son membre supérieur.

113. Je n'ai rien à ajouter de nouveau à ce qui est connu sur l'action du grand pectoral, lorsque son point fixe est à l'hu-

mérus. Je dirai seulement que l'expérimentation électro-physiologique ne démontre rien concernant l'influence qu'il peut exercer dans l'acte de la respiration. Ayant en effet fixé l'humérus, pendant que je faisais contracter énergiquement chacune des portions du grand pectoral, je n'ai observé ni mouvement du sternum ou des côtes, ni plus de gêne dans l'inspiration ou dans l'expiration. Cette expérience ne prouve pas que le grand pectoral ne soit pas inspirateur, ce qui serait évidemment contraire à l'observation. Elle établit seulement que ce muscle, réduit à ses propres forces, n'imprime aucun mouvement à la poitrine.

D'un autre côté, je n'ai pas remarqué que les sujets dont les pectoraux étaient atrophiés éprouvassent la moindre gêne pour respirer.

114. L'équilibre des forces musculaires toniques qui maintiennent l'épaule à sa hauteur normale se trouve-t-il rompu par l'atrophie des abaisseurs de l'omoplate (le petit pectoral et les muscles grand pectoral et grand dorsal qui abaissent cet os, par l'intermédiaire de l'humérus)? Ou bien le poids du membre supérieur, qui tend sans cesse à déprimer l'angle externe de l'omoplate, suffit-il pour faire équilibre à la prédominance de la puissance tonique de la portion élévatrice du trapèze, prédominance qui semble devoir être la conséquence de l'atrophie des abaisseurs de l'omoplate?

L'observation clinique m'a permis de juger cette question importante. Ainsi, toutes les fois que j'ai vu l'atrophie des abaisseurs de l'omoplate coïncider avec l'intégrité de la portion supérieure et même seulement du tiers moyen du trapèze, le moignon de l'épaule s'est élevé d'autant plus que la lésion était plus ancienne. Il m'a été facile de constater, dans ces cas, que la portion supérieure du trapèze, contrac-

turée à la longue et quelquefois rétractée, s'opposait à l'abaissement du moignon de l'épaule.

Le sujet représenté dans les figures 16 et 17, et qui avait perdu progressivement ses grands pectoraux et une grande partie de ses grands dorsaux, avait remarqué que ses épaules s'étaient élevées peu à peu et que son cou était devenu un peu plus court.

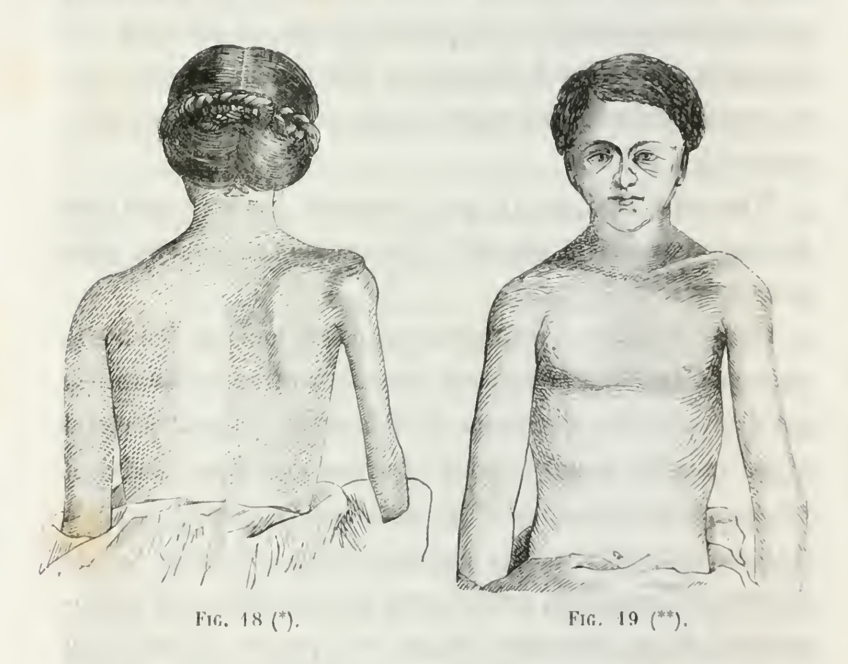


Fig. 18 (*). Fig. 19 (**).

(*) Attitude vicieuse de l'épaule droite, chez une jeune fille âgée de dix ans, vue par sa face postérieure. — Le moignon de l'épaule et l'omoplate sont plus élevés que du côté opposé ; la portion supérieure du trapèze s'est contracturée consécutivement à l'atrophie de ses abaisseurs (le grand dorsal et les pectoraux). (Le deltoïde a en outre entièrement disparu, ainsi que la plupart des muscles du membre supérieur.)

(**) Attitude vicieuse de l'épaule gauche, vue par sa face antérieure, consécutivement à la perte de ses abaisseurs, chez un jeune garçon âgé de neuf ans. — La portion supérieure du trapèze est contracturée. — La clavicule gauche a une direction plus oblique de dedans en dehors et de bas en haut qu'à droite. — Le moignon de l'épaule et l'omoplate sont plus élevés, comme dans la figure 18. (Le deltoïde était entièrement atrophié ; la nutrition a été rappelée dans la moitié antérieure de ce muscle par la faradisation localisée.)

J'ai même constaté, dans ces cas, que la portion supérieure du trapèze, contracturée à la longue et quelquefois rétractée, s'opposait à l'abaissement du moignon de l'épaule. J'ai eu l'occasion d'observer, surtout dans les *paralysies atrophiques graisseuses de l'enfance*, ce genre de difformité de l'épaule, que j'ai représentée dans les figures 18 et 19.

En résumé, la diminution ou la perte de la force tonique des abaisseurs de l'omoplate a pour conséquence l'élévation du moignon de l'épaule, par prédominance d'action du tiers moyen du trapèze.

## ARTICLE VI.

### GRAND ROND.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

Le membre supérieur étant au repos musculaire et tombant sur le côté du tronc, faradise-t-on le grand rond, voici les mouvements que l'on observe : 1° la face interne du bras et le bord axillaire de l'omoplate sont rapprochés l'un de l'autre ; 2° le moignon de l'épaule est élevé ; 3° en même temps, le bras est porté un peu en arrière et prend une attitude moyenne entre la rotation en dehors et la rotation en dedans.

#### B. — Remarques.

115. Il vient d'être démontré que le grand rond faradisé isolément met à la fois en mouvement l'humérus et l'omoplate, en les rapprochant l'un de l'autre avec une très-grande force ; mais alors le bras est serré contre le tronc avec une faiblesse extrême ; on n'éprouve même aucune résistance pour l'en éloigner et l'élever jusqu'à la direction horizontale.

On observe aussi, dans cette expérience, que l'angle inférieur de l'omoplate est rapproché du bras, et qu'il est entraîné par celui-ci en dehors et en avant.

Isolément le grand rond n'a donc aucune puissance, comme abaisseur du bras; il lui faut absolument le concours d'autres muscles et entre autres du rhomboïde, qui fixe l'angle inférieur de l'omoplate ou qui s'oppose à son mouvement en dehors et en avant.

Conséquemment, le rhomboïde et le grand rond, qui semblent se continuer l'un dans l'autre, constituent un seul muscle, pour produire l'abaissement du bras. Que l'on fasse, en effet, contracter simultanément ces deux muscles (expérience que j'ai répétée souvent, chez des sujets dont le trapèze était atrophié, de telle sorte que le rhomboïde était devenu sous-cutané), et à l'instant le bras est abaissé avec une grande force, et il est maintenu solidement appliqué sur le tronc.

Il semblait résulter de cette expérience électro-musculaire que le grand rond ainsi secondé par le rhomboïde peut abaisser puissamment le bras; l'observation pathologique prouvera bientôt qu'il n'en est pas ainsi physiologiquement.

116. L'action rotatrice en dedans du grand rond est très-limitée, si même elle n'est pas illusoire. Ainsi, pendant que, par l'excitation énergique de ce muscle et du rhomboïde, le bras était puissamment appliqué sur le côté du tronc, j'ai pu imprimer à ce membre un mouvement de rotation en dehors sans éprouver de résistance.

Il était d'ailleurs nécessaire que l'abaissement du bras pût être opéré, sans opposition à ses mouvements de rotation en dehors ou en dedans. Or, si les muscles grand rond et grand dorsal avaient produit, avec l'abaissement de ce membre, sa rotation en dedans, comme l'ont enseigné jusqu'à ce jour les

anatomistes et les physiologistes, c'eût été un antagonisme fâcheux pour la rotation en dehors, très-fréquente dans les usages du membre supérieur pendant son abaissement.

117. Quant au mouvement en arrière, imprimé au bras par le grand rond, il est incontestable. Si, en effet, le bras est situé en avant au moment où ce muscle est mis en action, on voit qu'il est dirigé en arrière en même temps qu'il est attiré en dedans. Mais ce mouvement en arrière est trop limité pour que la main en pronation puisse passer derrière le dos et servir la partie postérieure du tronc.

Aussi le grand rond et le grand dorsal, auxquels on a attribué la même fonction, ne méritent-ils pas la dénomination d'*aniscalptor*. Ces muscles s'opposent au contraire à cette fonction, comme le prouve l'expérience suivante : si le membre supérieur se trouve dans l'attitude nécessaire pour porter la main derrière le dos, soit à la hauteur des bretelles, soit plus bas, et que l'on fasse contracter le grand rond ou le grand dorsal, le bras est porté en dedans à un degré tel que l'avant-bras et la main serrés contre la partie postérieure du tronc se trouvent très-gênés, sinon empêchés, d'accomplir leur fonction.

C'est le tiers postérieur du deltoïde seul qui, avec le concours du rotateur huméral en dedans (le sous-scapulaire) peut aider la main à remplir la fonction d'*ani-scalptor*, en portant le bras en arrière et en l'écartant assez du tronc pour que l'avant-bras plus ou moins infléchi puisse passer derrière le dos.

118. L'expérimentation électro-physiologique a fait constater que la contraction isolée du grand rond, en rapprochant de l'humérus l'angle inférieur de l'omoplate, élève le moignon de l'épaule. Cette élévation de l'épaule est, chez l'adulte, de 2 à 3 centimètres.

Voici le mécanisme de ce mouvement : si l'omoplate était

séparé du tronc au moment de la contraction du grand rond, son angle interne et son angle inférieur s'abaisseraient en tournant comme autour d'un axe, sur son angle externe qui resterait fixe. Mais quand cette expérience est faite sur l'homme sain, l'angle interne de l'omoplate étant maintenu fixe par l'angulaire et par la moitié supérieur du rhomboïde, c'est sur lui que les angles inférieur et externe tournent, comme sur un axe, en s'élevant.

Ce mouvement d'élévation de l'épaule par l'action isolée du grand rond se fait avec une grande force. Aussi ce muscle concourt-il puissamment à élever l'épaule, et c'est pourquoi le bras est tenu appliqué contre le tronc, lorsque ce mouvement est fait avec effort.

119. Le défaut de fixité de l'angle externe, et conséquemment de l'angle inférieur de l'omoplate, est la cause de la faiblesse d'abaissement du bras, produit par la contraction du grand rond. Qu'en effet, l'on s'oppose à l'élévation de l'épaule, en la maintenant abaissée avec la main, pendant que le grand rond est mis en contraction, on constatera que le bras est fortement rapproché du tronc. C'est justement ce que font les faisceaux inférieurs du grand dorsal et du grand pectoral qui abaissent puissamment l'épaule, et dont le concours augmente ainsi la puissance du grand rond.

Tout le monde comprendra ici le mécanisme de cette augmentation de puissance du grand rond. J'ai démontré plus haut (118) que, par l'action isolée de ce muscle, l'angle inférieur et l'angle supérieur de l'omoplate tournent en s'élevant sur l'angle interne de cet os. Mais dès que l'angle externe est maintenu fixement, c'est lui qui devient le point du centre du mouvement, pendant la contraction du grand rond ; alors, en même temps que l'angle inférieur de l'omoplate est attiré

en bas et vers le bras, l'angle interne suit nécessairement le même mouvement d'abaissement ; mais comme le rhomboïde entier et l'angulaire de l'omoplate résistent alors avec force à cet abaissement de l'angle interne, l'angle inférieur devient un point fixe vers lequel le grand rond rapproche le bras du tronc avec plus de puissance.

### § II. — Physiologie pathologique.

120. Il est une forme assez fréquente de l'atrophie musculaire graisseuse progressive dans laquelle le trapèze, le grand dorsal et le grand pectoral sont atteints primitivement, et qui laisse longtemps intacts le grand rond, le rhomboïde et les autres muscles moteurs du bras sur l'épaule. J'ai toujours observé que l'homme ainsi privé des muscles qui produisent l'abaissement du bras avec la plus grande puissance (le grand dorsal et le grand pectoral) ne peuvent plus exécuter ce mouvement qu'avec faiblesse. Essaye-t-on en effet, dans ces cas, d'écarter le bras du tronc, pendant que le sujet s'efforce de le retenir en dedans, on éprouve peu de résistance, bien qu'il contracte énergiquement son grand rond auquel vient en aide la moitié inférieure du rhomboïde. J'ai cité (112), comme exemple de la faiblesse d'abaissement du bras produit par cette action combinée, le cas de Bonnard, dont le grand dorsal et le grand pectoral étaient atrophiés.

D'autre part, j'ai eu l'occasion d'observer, dans la même affection musculaire, des sujets dont le grand rond était détruit et qui n'avaient conservé, comme abaisseur du bras, que le grand dorsal en totalité ou en partie, et j'ai noté que cependant ils abaissaient encore le bras avec une grande force.

J'ai recherché de la même manière et au même point de

vue la force du grand pectoral, comparativement au grand rond, et j'ai constaté que le premier muscle abaisse beaucoup plus puissamment le bras que le second.

Les faits précédents démontrent donc que le grand rond abaisse moins puissamment le bras que le grand dorsal et le grand pectoral, bien que les fibres de ce muscle soient courtes et nombreuses.

Si j'avais conclu de l'expérimentation électro-physiologique à la fonction, j'aurais certainement fait du grand rond associé au rhomboïde un puissant fléchisseur du bras, ainsi que je l'ai dit. On se rappelle, en effet, qu'en faisant contracter énergiquement et simultanément le rhomboïde et le grand rond, j'ai abaissé puissamment le bras (voy. **115**).

Mais dans cette expérience la contraction du rhomboïde avait singulièrement rapproché l'angle inférieur de l'omoplate de la ligne médiane, et avait placé le grand rond dans d'excellentes conditions pour agir avec plus de force sur le bras. Or c'est ce que ne peuvent faire les sujets qui, privés du grand dorsal et du grand pectoral, contractent énergiquement les auxiliaires de ces muscles (le grand rond et le rhomboïde) lorsqu'ils veulent abaisser le bras avec force.

**121**. J'ai démontré expérimentalement ci-dessus que le grand rond et le grand dorsal ne portent pas le bras assez en arrière pour permettre à la main de passer derrière le dos et de servir la partie postérieure du tronc. Ce fait est mis plus en évidence par l'observation clinique. En effet, les sujets dont le deltoïde n'agit plus perdent cette fonction, bien qu'ils aient conservé intacts le grand rond et le grand dorsal ; ils la remplissent bien au contraire, malgré l'atrophie du grand rond et du grand dorsal, pourvu qu'ils jouissent de l'action du tiers postérieur du deltoïde.

## ARTICLE VII.

### GRAND ANCONÉ.

Je comprendrai dans cette étude du grand anconé (longue portion du triceps bracchial), qui est auxiliaire de l'abaissement du bras et extenseur de l'avant-bras, celle du coraco-brachial qui concourt aussi à l'abaissement du bras.

Les anatomistes modernes ont fait un seul muscle, sous le nom de *triceps brachial*, des trois faisceaux qu'ils ont divisés en longue portion, vaste interne et vaste externe. Ils les ont placés dans une même description, en raison de leur attache inférieure commune à l'olécrâne, par l'intermédiaire d'une même aponévrose. Cet ordre ne saurait être suivi, quand il s'agit d'étudier les usages de ces trois faisceaux, parce que ces usages sont essentiellement différents. Il ressortira en effet des faits qui vont être exposés que le faisceau moyen du triceps brachial est particulièrement destiné à concourir au mouvement d'abaissement du bras sur l'épaule, et que les faisceaux latéraux sont les extenseurs principaux de l'avant-bras sur le bras.

Considérant donc la longue portion du triceps brachial comme un auxiliaire, nécessaire de la flexion du bras sur l'épaule, je vais en exposer l'étude, à ce point de vue, sous son ancienne dénomination de *grand anconé*.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

Lorsque, le bras tombant sur le côté du thorax, le grand anconé est mis en contraction continue par un fort courant

d'induction, à intermittences rapides, l'humérus est rapproché un peu du corps ; si on l'en écarte alors, on entraîne avec lui l'angle inférieur de l'omoplate, et son angle externe s'élève. Pendant cette contraction musculaire, la tête de l'humérus est attirée contre l'acromion, quand le bras tombe verticalement, et contre la cavité glénoïde, si ce membre se trouve dirigé horizontalement.

B. — Remarques.

Faisant abstraction de l'action du grand anconé sur l'extension de l'avant-bras, je vais le considérer d'abord comme auxiliaire de l'abaissement de l'humérus sur l'omoplate.

122. La faradisation du grand anconé vient de démontrer que ce muscle attire l'angle inférieur de l'omoplate vers l'humérus, et celui-ci vers le tronc, si l'omoplate est fixée.

Ce mouvement, on le voit, est analogue à celui qui est exercé par le grand rond. Mais celui-ci le produit avec beaucoup plus de force que le grand anconé. Il suffit de se rappeler les attaches de ces deux muscles à l'omoplate, pour s'en rendre raison. En effet, le premier, qui se fixe à l'angle inférieur de l'omoplate, agit sur un bras de levier plus long que le grand anconé, qui s'attache près du point de l'articulation scapulo-humérale.

Bien que le grand anconé produise faiblement l'abaissement de l'humérus sur l'omoplate, il se contracte cependant avec une grande énergie, toutes les fois que ce mouvement d'abaissement se fait avec effort ; ce qu'il est facile de constater dans les conditions normales, ainsi que le prouvera mieux l'observation clinique.

123. Quelle est donc alors l'utilité du grand anconé, dans la synergie musculaire qui produit l'abaissement du bras ?

Si l'on se rappelle avec quelle puissance les faisceaux inférieurs du grand dorsal et du grand pectoral éloignent la tête de l'humérus de la cavité glénoïde, et tendent à en produire la luxation en bas, lorsqu'ils exécutent l'abaissement de cet os, on comprendra combien il était nécessaire qu'une force musculaire vînt alors maintenir synergiquement la tête de l'humérus, rapprochée de la cavité glénoïde.

Le deltoïde et le sus-épineux qui rapprochent la tête de l'humérus de la cavité glénoïde peuvent, il est vrai, neutraliser l'action contraire des faisceaux inférieurs du grand dorsal et du grand pectoral; mais ils sont antagonistes de l'abaissement du bras, et conséquemment ne peuvent entrer dans la synergie musculaire qui produit ce mouvement.

Il fallait donc, pour neutraliser cette action dangereuse du grand dorsal et du grand pectoral sur l'articulation scapulo-humérale, qu'un même muscle produisît à la fois l'abaissement du bras, ou du moins n'en fût pas l'antagoniste, et qu'il appliquât fortement la tête de l'humérus contre la cavité glénoïde.

Le grand anconé remplit, on le voit, toutes ces conditions, comme l'a démontrée l'expérimentation électro-physiologique; c'est principalement à ce muscle qu'est en effet dévolue cette fonction; c'est dans ce but qu'il s'attache au col de l'humérus et qu'il se contracte avec tant d'énergie, pendant l'abaissement du bras.

124. Le coraco-brachial est destiné à remplir une fonction analogue à celle du grand anconé, pendant la flexion du bras sur l'épaule; c'est ici que je me suis réservé de le démontrer.

Chez quelques sujets atteints d'atrophie musculaire, dont le triceps brachial et le deltoïde avaient disparu et chez lesquels

j'ai pu alors localiser la faradisation dans le coraco-brachial, j'ai vu pendant l'excitation électrique : 1° l'humérus, que j'avais éloigné du tronc, se mouvoir en dedans et en avant, mais faiblement ; 2° l'humérus attiré puissamment de bas en haut, vers la cavité glénoïde de l'omoplate.

Les seules différences qu'il y ait entre le coraco-brachial et le grand anconé, dans leur action auxiliaire de l'abaissement du bras, c'est que le premier porte le bras obliquement en dedans et en avant, et l'autre obliquement en dedans et un peu en arrière ; en outre, celui-ci est beaucoup plus puissant que le premier.

### § II. — Physiologie pathologique.

125. Les sujets dont les abaisseurs puissants du bras (le grand dorsal, le grand pectoral et le grand rond) sont atrophiés ou paralysés contractent énergiquement le grand anconé et le coraco-brachial, lorsqu'ils font un effort pour rapprocher le bras du tronc. J'ai eu assez souvent l'occasion de constater ce fait, et voici comment j'ai procédé pour l'observer : ayant saisi leur coude d'une main, puis, avec l'autre main, ayant maintenu leur avant-bras fléchi, je les ai engagés à rapprocher du tronc le bras que je maintenais écarté en dehors ; alors j'ai vu se contracter fortement leur grand anconé et leur coraco-brachial.

Que se passait-il dans ces expériences ? L'excitation volontaire centrale avait été envoyée à tous les muscles qui, à l'état normal, se contractent simultanément pour accomplir avec force l'abaissement du bras sur l'épaule ; mais ceux-là seuls qui n'étaient pas détruits ou paralysés, le grand anconé et le coraco-brachial, ont réagi sous l'influence de cette excitation nerveuse.

Il est démontré par ces faits pathologiques que le grand anconé et le coraco-brachial participent à la synergie musculaire qui produit l'abaissement du bras sur l'épaule.

126. On observe, dans les cas pathologiques précédents, que ces muscles agissent extrêmement faiblement contre la résistance à l'abaissement du bras. Ce n'est donc pas comme abaisseurs du bras qu'ils concourent à cette fonction, ainsi que l'avait déjà montré, du reste, la faradisation localisée du grand anconé et du coraco-brachial, mais afin de maintenir alors la tête de l'humérus rapprochée de la cavité glénoïde, en neutralisant l'action des faisceaux inférieurs du grand dorsal et du grand pectoral qui les en éloignent de haut en bas.

En effet, chez des sujets dont les muscles grand anconé et coraco-brachial étaient atrophiés (dans ces cas, presque tous les muscles situés au bras avaient disparu), j'ai constaté que la tête de l'humérus était considérablement tirée en bas, presque jusqu'à se subluxer sur le bord inférieur de la cavité glénoïde, lorsque l'abaissement du bras était exécuté par eux avec effort, comme par exemple pour tirer sur une corde du haut en bas.

Ce fait est plus facile à observer quand, en même temps que le grand anconé et le coraco-brachial, le deltoïde et le sus-épineux sont atrophiés. On a vu que non-seulement alors l'élévation du bras sur l'épaule est abolie, mais qu'il y a diastase, subluxation en bas de la tête de l'humérus, ce qui se reconnaît au relief formé par la tête de l'humérus et par la dépression qui existe entre elle et le rebord de l'acromion (voy. fig. 18). Eh bien ! si, alors saisissant d'une main le coude du malade, je relevais son humérus de bas en haut, en l'écartant un peu du tronc et en maintenant sa tête rap-

prochée de l'acromion, et si alors cet individu voulait approcher son bras du tronc, je voyais que, sous l'influence des portions inférieures du grand dorsal et du grand pectoral, la tête de l'humérus était abaissée avec une grande puissance en se subluxant en bas.

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL

### DES PRINCIPALES PROPOSITIONS PHYSIOLOGIQUES QUI RESSORTENT DES FAITS EXPOSÉS.

#### A. — Mouvements d'élévation du bras.

Les muscles qui ont le pouvoir d'élever l'humérus sur l'omoplate sont le deltoïde et le sus-épineux.

I. Le deltoïde est le principal, sinon le seul muscle qui, en raison de sa force et de la variété des directions de mouvements qu'il imprime à l'humérus, soit destiné à produire l'élévation de cet os sur l'omoplate.

II. L'expérimentation électro physiologique démontre que l'intervention du sus-épineux n'est pas nécessaire pour commencer cette élévation qui a lieu par la contraction isolée du deltoïde, lors même que ses faisceaux sont parallèles à la direction de l'humérus.

III. En élevant l'humérus, le deltoïde, par sa contraction isolée, déplace l'omoplate et lui imprime les mouvements suivants : 1° il déprime son angle externe, pendant que ses deux autres angles s'élèvent ; dans ce mouvement, l'angle inférieur se rapproche de la ligne médiane, et fait saillie sous la peau ; 2° il le fait pivoter sur un axe vertical fictif qui passerait par son angle externe, de telle sorte que son bord spinal, s'écartant des parois thoraciques de 4 à 5 centimètres, semble

s'en détacher sous la forme d'une aile. Pendant cette expérience, on voit se former, entre le bord spinal de l'omoplate et la partie correspondante du dos, une sorte de gouttière plus ou moins profonde, et la tête de l'humérus a une tendance à abandonner la cavité glénoïde en se subluxant en bas.

La volonté ne saurait reproduire cette attitude vicieuse, car elle ne possède pas, comme la faradisation localisée, le dangereux pouvoir de faire contracter isolément le deltoïde.

IV. Pendant l'élévation volontaire du bras, le grand dentelé, placé pour ainsi dire sous les ordres du deltoïde, vient en aide à ce dernier, non-seulement comme on l'a dit, afin de fixer l'omoplate, mais encore pour compléter l'élévation verticale du bras.

V. L'élévation horizontale du bras est, en effet, la limite d'action du deltoïde ; c'est le premier temps de l'élévation du bras pendant lequel le grand dentelé se borne principalement à fixer le bord spinal de l'omoplate contre le thorax, en contractant ses deux portions supérieures.

Le bras ne pourrait franchir la limite de l'élévation horizontale sans que la tête de l'humérus, frottant contre l'acromion, se subluxât en bas. Le grand dentelé prévient heureusement cette élévation exagérée de l'humérus sur l'omoplate, produite par le deltoïde.

VI. En effet, pour que l'élévation de l'humérus au-dessus de la direction horizontale s'effectue, il est nécessaire que l'omoplate tourne de manière que son angle externe s'élève.

Ce second temps de l'élévation du bras est opéré par le faisceau radié du grand dentelé et par la portion supérieure du tiers moyen du trapèze. Cette dernière portion n'intervient alors que dans les mouvements de force, comme auxiliaire du grand dentelé.

VII. Dans les mouvements d'élévation du bras qui exigent une grande force, toutes les portions du deltoïde entrent synergiquement en contraction ; mais il est des positions du membre supérieur qui ne permettent pas la contraction simultanée de certaines portions du deltoïde.

Ainsi 1° toutes les fois que le bras est élevé en dedans ou en avant, le tiers postérieur du deltoïde doit se relâcher ; 2° le mouvement oblique en arrière exige le relâchement du tiers antérieur de ce muscle ; 3° le tiers moyen du deltoïde prête son concours à l'une ou à l'autre portion de ce muscle, dans les mouvements de force.

Ces trois portions musculaires peuvent se contracter synergiquement pour produire l'élévation en dehors, tant que celle-ci ne dépasse pas un angle de 45 degrés ; au-dessus de ce point, le tiers postérieur tombe nécessairement dans le relâchement, et l'élévation en dehors n'est plus faite, dans les mouvements de force, que par le tiers moyen et le tiers antérieur.

La raison de la neutralité forcée de telle ou telle portion du deltoïde, pendant ces divers mouvements, se trouve dans l'antagonisme que créerait leur intervention, et qui gênerait l'action des autres portions de ce muscle.

Ces principes de mécanique musculaire intéressent au plus haut degré les arts plastiques.

VIII. Les trois portions du deltoïde (les tiers antérieur, moyen et postérieur) constituent, au point de vue physiologique, trois muscles différents : 1° parce que chacune d'elles se contracte indépendamment et isolément, quand le mouvement se fait sans effort, afin de produire l'élévation, soit en avant, soit en dehors, soit en arrière ; 2° parce que ces trois portions sont antagonistes les unes des autres dans les mouvements antérieur et postérieur, et *vice versâ*, qu'elles impri-

ment à l'humérus ; 3° enfin parce qu'elles sont antagonistes entre elles, même pour l'élévation. Je rappellerai qu'en effet le tiers postérieur du deltoïde est très-peu élévateur, et qu'il devient fléchisseur quand le bras est élevé par les deux autres tiers au-dessus d'un angle de 45 degrés.

Ne faire qu'un muscle du deltoïde me paraît aussi antiphysiologique que de voir un seul muscle dans tous ceux qui, situés à l'éminence thénar, meuvent le pouce et son métacarpien.

IX. L'expérimentation démontre que le sus-épineux élève l'humérus en le portant en avant et en dehors. De plus l'observation clinique montre qu'il est assez puissant pour faire l'élévation du bras, alors même que le deltoïde est entièrement atrophié. Toutefois il est infiniment moins puissant que celui-ci. Son action latérale est très-faible.

X. C'est surtout lorsque la tête de l'humérus doit être fixée contre la cavité glénoïde que son concours est utile, pendant l'élévation de l'humérus, en empêchant sa subluxation en bas, que tend à produire l'action du deltoïde.

XI. Il est également utile comme ligament actif, car lorsqu'il est atrophié, on observe une subluxation en bas (diastase) de la tête de l'humérus pendant le repos musculaire.

B. — Mouvements de rotation de l'humérus.

XII. Le sous-épineux et le petit rond forment, au point de vue physiologique, un seul muscle, que l'on peut désigner sous la dénomination commune de *rotateur huméral postérieur.*

XIII. Ce muscle imprime à l'humérus un mouvement de rotation en dehors sur son axe longitudinal.

Il exécute ce mouvement sans abaisser l'humérus.

Ce qui précède est applicable au sous-scapulaire, avec cette différence, toutefois, que le mouvement qu'il imprime à l'humérus a lieu dans un sens opposé. On peut l'appeler *Rotateur huméral antérieur*.

XIV. Le rotateur huméral postérieur et le rotateur huméral antérieur jouent un rôle important dans les mouvements de supination et de pronation de la main, ainsi que l'avaient entrevu les anciens ; l'observation pathologique prouve que les anatomistes modernes ont eu tort de le contester.

C. — Mouvements d'abaissement de l'humérus

XV. L'abaissement oblique en avant et en dedans du bras préalablement élevé verticalement est exécuté par le grand pectoral entier, mais principalement par le tiers supérieur de ce muscle, jusqu'à ce que le membre ait atteint la direction horizontale.

Au-dessous de ce point, le tiers supérieur du grand pectoral ne peut plus prêter son concours ; il se relâche alors, et le mouvement d'abaissement est continué par sa portion inférieure.

XVI. L'abaissement oblique en arrière et en dedans du bras placé dans l'élévation verticale est produit par le tiers postérieur du deltoïde, le grand rond et le rhomboïde qui agissent comme un seul muscle avec une grande énergie, et enfin par le grand dorsal et la longue portion du triceps.

Quand le bras est descendu au point de faire avec le tronc un angle d'environ 45 degrés, le tiers postérieur du deltoïde cesse de se contracter, et les autres muscles terminent son abaissement.

XVII. L'abaissement du bras directement en dehors est sous la dépendance de tous ses muscles abaisseurs, à l'exception du tiers supérieur du grand pectoral.

XVIII. Tels sont les muscles qui produisent ces divers mouvements d'abaissement du bras.

Néanmoins, dans certaines conditions, ils ne sont pas absolument nécessaires à la production de ces mouvements d'abaissement. Un fait pathologique rapporté dans le cours de ce travail, et dans lequel un homme qui avait perdu ces muscles abaissait encore ce membre en tous sens, avec facilité, quoique sans force, ce fait, dis-je, établit que le relâchement des diverses portions du deltoïde suffit à ces mouvements du bras qui alors obéit seulement à la force de la pesanteur.

A l'état normal, les muscles abaisseurs du bras n'interviennent que lorsque son abaissement rencontre de la résistance ou exige de la force.

XIX. Isolément le grand rond rapproche de l'humérus l'angle inférieur de l'omoplate, et *vice versâ*, avec une grande force.

XX. Pour que ce muscle eût le pouvoir d'abaisser puissamment le bras, il faudrait que le rhomboïde entrât en contraction synergiquement avec lui, ainsi qu'on peut le produire par l'expérimentation électro-musculaire. Alors ces deux muscles constitueraient, comme abaisseur du bras, un seul muscle se prolongeant l'un avec l'autre.

L'observation clinique prouve que ces deux muscles ne peuvent exercer d'action que lorsque l'angle externe de l'omoplate est maintenu fixement abaissé, comme le font physiologiquement les portions inférieures du grand dorsal et du grand pectoral, pendant les mouvements d'abaissement du bras.

XXI. Le grand rond élève aussi puissamment l'angle externe de l'omoplate et conséquemment l'épaule ; c'est pourquoi, lorsque le mouvement d'élévation de l'épaule est fait avec effort, le bras est tenu appliqué contre le tronc.

XXII. L'action rotatrice du grand rond est très-limitée, si même elle n'est pas illusoire.

Il porte réellement le bras un peu en arrière, en même temps qu'il l'abaisse, mais pas assez en arrière pour que l'avant-bras et la main en pronation puissent passer derrière le dos, et pour mériter le nom qui lui a été donné d'*aniscalptor*. Il s'oppose au contraire à cette fonction qui appartient au tiers postérieur du deltoïde.

XXIII. Le grand anconé (longue portion du triceps brachial) concourt à la synergie musculaire d'où résulte physiologiquement l'abaissement du bras, non pour produire ce dernier mouvement qu'il exécute d'ailleurs faiblement, mais comme *fixateur* de l'articulation scapulo-humérale.

Ce muscle maintient alors la tête de l'humérus solidement appliquée contre la cavité glénoïde, et neutralise ainsi l'action des portions inférieures du grand dorsal et du grand pectoral qui, au contraire, éloignent puissamment la tête de l'humérus de cette cavité glénoïde, au moment où ils abaissent le bras.

Le coraco-brachial exerce une action analogue sur l'articulation scapulo-humérale.

# CHAPITRE III.

## ACTION INDIVIDUELLE ET USAGES DES MUSCLES QUI MEUVENT L'AVANT-BRAS.

### ARTICLE PREMIER.

### MUSCLES QUI ÉTENDENT L'AVANT-BRAS SUR LE BRAS : TRICEPS BRACHIAL (GRAND ANCONÉ [*anconeus longus*] ET ANCONÉS LATÉRAUX [*anconeus brevis et anconeus int.*] ET PETIT ANCONÉ [*anconeus quartus*]).

#### § I. — Électro-physiologie.

##### A. — Expériences.

L'avant-bras étant fléchi sur l'avant-bras, 1° j'ai faradisé alternativement, au même degré, avec le même courant et à un degré de tension égale, les trois faisceaux du triceps brachial, et j'ai constaté que le grand anconé (longue portion du triceps brachial) étend l'avant-bras avec beaucoup moins d'énergie que chacun des faisceaux latéraux de ce muscle (anconé interne et anconé externe) ; 2° faradisant comparativement et alternativement les faisceaux latéraux du triceps brachial, j'ai constaté que leur action était identique et qu'ils étendaient l'avant-bras avec la même énergie ; 3° la faradisation du petit anconé exécute l'extension de l'avant-bras, quel que soit le degré de flexion où celui-ci se trouve placé au moment de l'expérience. Il produit ce mouvement avec plus de force que le grand anconé. En même temps qu'il étend le cubitus, il lui imprime un petit mouvement latéral de dedans en dehors.

##### B. — Remarques.

**127.** Il ressort des expériences précédentes que, de tous les faisceaux musculaires ou muscles qui produisent l'extension

de l'avant-bras, le grand anconé est celui dont la faradisation isolée produit ce mouvement avec le moins de puissance. Ce fait, qui sera bientôt confirmé par l'observation pathologique, s'explique par le défaut de fixité de la terminaison supérieure du grand anconé, comparativement aux autres faisceaux qui étendent l'articulation huméro-cubitale.

Il était utile qu'il en fût ainsi, car l'abaissement du bras devant s'exercer aussi bien pendant la flexion de l'avant-bras que pendant son extension, il fallait que le grand anconé, qui est auxiliaire de l'abaissement du bras sur le tronc, n'eût pas une action trop puissante sur l'extension de l'avant-bras.

128. L'action isolée de chacun des faisceaux latéraux du triceps brachial est absolument identique ; ils forment un seul muscle qui exerce puissamment, et indépendamment de tout autre mouvement, l'extension de l'avant-bras sur le bras.

Bien que ces deux faisceaux constituent le véritable extenseur de l'avant-bras, les trois faisceaux du triceps brachial n'en entrent pas moins souvent synergiquement en action, dans les grands efforts et principalement dans les circonstances suivantes : supposez qu'un homme veuille frapper un coup violent, le bras étant dans l'élévation, et l'avant-bras infléchi ; son bras s'abaisse en même temps que son avant-bras s'étend vivement et avec force. Alors, tous les faisceaux ou muscles qui concourent à l'extension de l'avant-bras se contractent synergiquement avec les abaisseurs du bras. Bien que l'un d'eux, le grand anconé, produise faiblement ce mouvement d'extension de l'avant-bras, son concours est très-utile ; car il maintient solidement contre la cavité glénoïde la tête de l'humérus qui est entraîné en avant ou en dehors par le membre supérieur, avec d'autant plus de force

que la main est armée d'un corps lourd, d'un marteau, d'une massue, d'une arme quelconque.

129. Le petit anconé dont l'action est assez puissante concourt à tous les mouvements d'extension de l'avant-bras. Mais ce muscle imprime aussi au cubitus un mouvement de latéralité en dehors, grâce à l'obliquité de ses fibres qui vont de l'olécrâne à l'épicondyle, ce qui rend son concours très-utile dans les mouvements de pronation et de supination, ainsi que je le démontrerai par la suite.

### § II. — Physiologie pathologique.

130. J'ai eu l'occasion d'observer l'atrophie et la paralysie partielles des différents faisceaux qui produisent l'extension de l'avant-bras sur le bras, et j'ai examiné comparativement avec quelle force l'extension de l'avant-bras était alors exécutée par les faisceaux isolés, restés sains. Voici le résultat de mes recherches :

1° La longue portion du triceps brachial (grand anconé) isolée, comme je l'ai observée chez le jeune garçon représenté dans la figure 19, étendait faiblement l'avant-bras, avec une force de 3 à 4 kilogrammes environ.

2° Le muscle anconé, quand les trois portions du triceps brachial étaient atrophiées, produisait l'extension de l'avant-bras avec un peu plus de force que la longue portion.

3° Enfin, un seul des faisceaux latéraux (ce que j'ai rencontré deux fois pour le faisceau interne et une fois pour le faisceau externe) exerçait cette extension de l'avant-bras avec une grande force.

Ces faits confirment ce qui ressortait déjà de l'expérimentation électro-physiologique, pour ce qui a trait à la force

relative des différents faisceaux musculaires qui étendent l'avant-bras.

131. J'ai observé une fois l'abolition de l'extension de l'avant-bras sur le bras, par le fait de l'atrophie de tous les faisceaux et muscles qui produisent ce mouvement.

Les figures 20 et 21 représentent un membre supérieur atteint de cette atrophie partielle du triceps brachial.

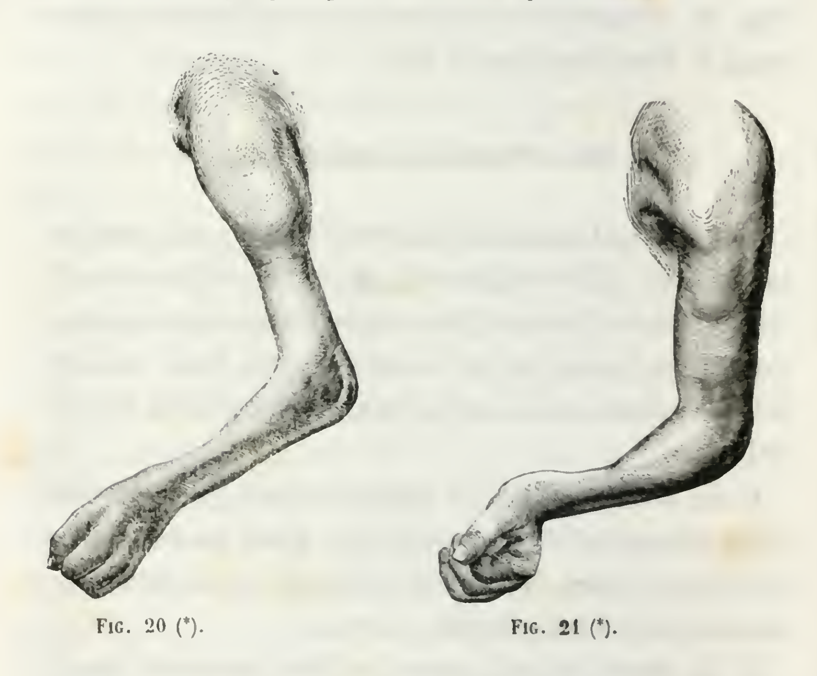


FIG. 20 (*). FIG. 21 (*).

(*) Membre supérieur gauche, vu sous deux aspects différents, d'un sujet dont les muscles moteurs des doigts ont disparu, à l'exception de quelques faisceaux déjà très-atrophiés des fléchisseurs des doigts. Le relief du long supinateur contraste avec l'atrophie des autres muscles de l'avant-bras, au niveau desquels la peau est littéralement collée sur les os. Au bras, le triceps brachial a entièrement disparu (voy. la fig. 20), tandis que le biceps est encore assez développé ; ce que l'on peut constater dans la figure 21, dessinée sur une face qui permet de voir le relief de ce muscle.

J'ai saisi cette occasion pour analyser les troubles fonctionnels occasionnés, dans les usages du membre supérieur,

par cette lésion musculaire partielle, au point de l'utilité du mouvement d'extension de l'avant-bras.

A voir le sujet fléchir et étendre alternativement son avant-bras, même alors qu'il tenait un corps pesant à la main, personne ne se serait douté, au premier abord, que ses extenseurs de l'avant-bras n'existaient plus. Il pouvait remplir les principaux usages du membre supérieur. Mais, dès que le bras se trouvait assez élevé pour que l'avant-bras fût entraîné dans la flexion par sa pesanteur, il lui était impossible de l'étendre. Voulait-il, par exemple, porter la main à la tête, comme pour ôter son chapeau, son avant-bras restait infléchi, sitôt que son coude était arrivé à une certaine hauteur, et pour l'étendre, il lui fallait abaisser son bras de telle sorte que son avant-bras fût entraîné dans l'extension par son propre poids.

En somme, consécutivement à l'abolition de la force musculaire qui produit l'extension de l'avant-bras, les mouvements alternatifs d'extension et de flexion n'étaient possibles qu'à l'aide de la pesanteur de l'avant-bras, c'est-à-dire dans certaines attitudes du membre supérieur.

On comprend quels doivent être les troubles fonctionnels occasionnés par la perte des faisceaux musculaires extenseurs de l'avant-bras, et quels sont alors les usages conservés. Il est évident que cette pesanteur de l'avant-bras ne saurait remplacer l'action musculaire qui produit l'extension de l'avant-bras, quand elle doit être opérée avec force.

132. Enfin, l'absence de l'antagonisme musculaire de la flexion fait perdre à ce dernier mouvement la précision qui lui est nécessaire dans certains cas.

Ainsi, le bras étant abaissé dans une direction plus ou moins verticale, le sujet fléchissait-il brusquement et rapidement son avant-bras, le mouvement de flexion allait toujours

au delà de sa volonté, et sa main ne pouvait s'arrêter exactement et avec précision sur les objets qu'il voulait toucher.

En voici l'explication :

Dans tout mouvement, les muscles antagonistes ou modérateurs de ce mouvement entrent en action pour l'assurer et le régler. — Cette proposition, contraire à l'hypothèse de Galien sur le repos des muscles antagonistes, pendant tout mouvement volontaire, ressort des recherches que j'ai exposées ailleurs (1), et sur lesquelles je me réserve de revenir. — Comme chez notre sujet, cette harmonie entre les muscles producteurs de la flexion de l'avant-bras et ses muscles extenseurs n'existait plus par le fait de l'atrophie de ceux-ci, la flexion de l'avant-bras ne pouvait plus se faire avec précision, surtout pendant les mouvements rapides.

## ARTICLE II.

### MUSCLES QUI FLÉCHISSENT L'AVANT-BRAS SUR LE BRAS, ET MUSCLES QUI PRODUISENT LA PRONATION ET LA SUPINATION : BRACHIAL ANTÉRIEUR (*brachialis internus*), BICEPS BRACHIAL (*biceps brachii*), LONG SUPINATEUR (*supinator longus*), COURT SUPINATEUR (*supinator brevis*), ROND PRONATEUR (*pronator teres*), CARRÉ PRONATEUR (*pronator quadratus*).

Des trois muscles fléchisseurs de l'avant-bras sur le bras, deux produisent la supination ou la pronation. — Aussi me paraît-il avantageux de comprendre dans leur étude celle des muscles qui sont uniquement destinés à la pronation et à la supination.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. Expériences.

I. *Brachial antérieur* (fléchisseur indépendant de l'avant-

(1) *Électrisation localisée*, 2e édit., p. 581 et 834.

bras sur le bras). — La faradisation du brachial antérieur provoque énergiquement la flexion de l'avant-bras sur le bras, en laissant libre le mouvement de rotation du radius sur le cubitus, ou, en d'autres termes, en permettant à la pronation ou à la supination de se produire.

Cette flexion de l'avant-bras par le brachial antérieur se fait sur le bras directement, et non de dedans en dehors.

II. *Biceps brachial* (fléchisseur supinateur). — Lorsque la main se trouve en pronation, au moment où l'on provoque la contraction électrique du biceps brachial, elle se place rapidement en supination, et en même temps l'avant-bras s'infléchit sur le bras.

Pendant que le biceps est ainsi mis en contraction par un courant intense, si l'on essaie de produire mécaniquement la pronation, on éprouve une grande résistance.

Le sujet maintient-il énergiquement son avant-bras dans l'extension, alors que l'on provoque électriquement la contraction de son biceps brachial, la main se met en supination, si elle était en pronation ; mais ce mouvement est exécuté avec bien moins de force que lorsque, au moment de cette expérience, l'avant-bras se trouve dans la demi-flexion sur le bras.

L'excitation électrique localisée dans la longue portion du biceps brachial agit avec bien moins d'énergie que la courte portion de ce muscle, c'est à peine si elle produit la semi-supination.

On ne remarque pas, pendant sa contraction isolée, le moindre mouvement de l'omoplate.

III. *Long supinateur* (*brachio-radialis*, fléchisseur semi-pronateur). — La contraction électrique du long supinateur produit puissamment la flexion de l'avant-bras sur le bras.

En même temps elle place et maintient la main entre la

pronation et la supination. Toutefois le mouvement de pronation exécuté alors par le long supinateur est beaucoup moins étendu que le mouvement de supination produit par le biceps brachial.

IV. *Court supinateur* (supinateur indépendant). — La contraction isolée du court supinateur, que l'on peut obtenir chez certains sujets dont les muscles, par lequel il est recouvert, sont atrophiés ou privés de leur irritabilité électrique, de même que dans la paralysie saturnine, cette contraction, dis-je, produit énergiquement et complétement la supination, indépendamment de tout autre mouvement.

V. *Rond pronateur* (pronateur fléchisseur) et *carré pronateur* (pronateur indépendant). — L'excitation électrique du rond pronateur et du carré pronateur provoque énergiquement la pronation.

Si la main, étant en supination, on s'oppose à la pronation au moment où l'on fait contracter le rond pronateur, l'avant-bras s'infléchit avec assez de force sur le bras.

Continue-t-on d'exciter le rond pronateur, lorsque la pronation est arrivée à son maximum, la flexion de l'avant-bras sur le bras se produit encore, mais avec peu de force.

### B. — Remarques.

133. On enseignait que deux muscles seulement étaient spécialement destinés à produire la flexion de l'avant-bras sur le bras; l'expérimentation électro-musculaire vient de démontrer que le long spinateur exécute ce mouvement avec autant de puissance que les deux autres muscles.

Cette expérimentation n'était certes pas nécessaire pour mettre en évidence cette action physiologique du long spinateur, car on voit le relief de ce muscle se prononcer forte-

ment, lorsque la flexion volontaire de l'avant-bras est opérée avec force, et surtout si la main étant en pronation, l'on s'oppose à ce mouvement de flexion. Ne doit-on pas s'étonner vraiment qu'au lieu de lui donner une dénomination tirée d'une action toute hypothétique sur le mouvement de supination, qu'il devrait, selon les auteurs, imprimer au radius, — et dont il ne jouit pas ! — on n'ait pas songé plus tôt à le considérer comme un puissant fléchisseur de l'avant-bras sur le bras.

134. On ne reconnaissait que deux muscles spécialement destinés à la pronation et deux autres à la supination.

L'expérimentation électro-physiologique n'a rien ajouté à ce que l'on savait sur l'action propre de trois d'entre eux, du rond pronateur, du carré pronateur, et du court supinateur ; mais elle a démontré que le quatrième , le long supinateur, exerce sur le radius une action toute contraire à celle qui lui avait été supposée, et en conséquence qu'il doit changer de nom.

Enfin, elle a prouvé jusqu'à l'évidence, que le biceps brachial est réellement un puissant supinateur, ainsi que l'avait dit Winslow; ce que les auteurs modernes avaient cependant méconnu ou bien oublié.

135. En somme, les forces musculaires qui agissent sur la flexion de l'avant-bras, sur la pronation et la supination, sont distribuées de telle sorte qu'un seul muscle exécute chacun de ces mouvements indépendamment des autres mouvements, ou qu'un seul muscle produit à la fois la flexion et la supination ou la flexion et la pronation.

Ainsi le brachial antérieur est fléchisseur indépendant, le biceps brachial fléchisseur supinateur, le muscle dit long supinateur fléchisseur pronateur, et les trois autres muscles, le

court supinateur, le rond et le carré pronateurs, sont supinateurs ou pronateurs indépendants.

Personne ne méconnaîtra l'utilité des mouvements mixtes de flexion et de supination ou de pronation, exécutés par un seul muscle. Combien ces mouvements mixtes et qui se font sans efforts sont fréquents dans les usages du membre supérieur !

Mais il importait aussi à l'usage de la main, et surtout à son habileté, que la pronation ou la supination pussent se faire indépendamment de la flexion ou de l'extension de l'avant-bras.

C'est seulement dans les grands efforts que tous les muscles producteurs de ces mouvements se contractent synergiquement.

136. La pronation et la supination ont été décrites, dans les traités d'anatomie moderne, comme de simples mouvements de rotation du radius sur le cubitus. Je vais démontrer que cette opinion est erronée, et que, dans les mouvements de pronation et de supination, le radius et le cubitus décrivent des arcs de cercle en sens contraire, d'une manière plus apparente à leur extrémité inférieure.

Fait-on abstraction de tous mouvements articulaires, on observe, pendant la pronation ou la supination, que les extrémités inférieures du radius et du cubitus décrivent deux arcs de cercle en sens contraire et d'égale étendue, autour d'un axe fictif qui passerait par le troisième métacarpien. Il en résulte que, si pendant ces mouvements de pronation et de supination, les doigts et la main sont étendus parallèlement à la direction de l'avant-bras, la main tourne sur un axe représenté par le médius.

Celui qui ne possédant aucune notion anatomique, verrait

ces arcs de cercle égaux, décrits en sens contraire par l'extrémité inférieure du cubitus et par l'extrémité inférieure du radius, n'aurait certes pas l'idée d'expliquer les mouvements de pronation ou de supination qui en résultent, par la rotation du radius sur le cubitus.

En réalité, tout le monde peut constater, en effet, que dans leur quart inférieur, ces deux os se meuvent alors en sens contraire, dans une étendue égale, et qu'ils sont *solidaires.*

Ces faits entrevus par Vicq d'Azyr et encore mieux par Winslow, ont été controversés par les anatomistes. Ils ont été niés d'une manière absolue par M. le professeur Cruveilhier. Ils sont cependant incontestables; voici comment je me suis convaincu qu'ils ne sont point illusoires, comme le soutient mon savant maître.

J'ai fixé au niveau de l'extrémité inférieure de mon cubitus, dans la direction du diamètre transversal de l'avant-bras, une petite tige de 10 à 15 centimètres; alors en exécutant des mouvements de pronation et de supination, j'ai vu l'extrémité libre tracer de cette tige des demi-cercles en sens contraire, ce qui n'eût pas eu lieu évidemment si cette extrémité osseuse était restée fixe.

D'autre part, lorsque, par une cause quelconque, ce mouvement de l'extrémité inférieure du cubitus est empêché, pendant la pronation ou la supination, le mouvement de l'extrémité inférieure du radius est singulièrement gênée, et devient très-limité ; c'est ce que du reste tout le monde peut constater sur soi-même, en fixant solidement l'extrémité inférieure du cubitus.

137. La difficulté d'expliquer les mouvements de circumduction de l'extrémité inférieure du cubitus, pendant la supination et la pronation, a sans aucun doute exercé une

grande influence sur l'esprit des anatomistes qui ont méconnu ces mouvements ou qui se sont ingéniés à démontrer que ce fait physique, si évident, n'est cependant qu'une illusion.

Ceux qui l'ont admis ont essayé d'en expliquer le mécanisme de différentes manières. Les uns l'ont attribué à des mouvements alternatifs de flexion et d'extension du cubitus; les autres à des mouvements de latéralité de cet os dans l'articulation du coude. Vicq d'Azyr nie la possibilité de ces mouvements latéraux dans l'articulation huméro-cubitale et n'admet que les mouvements alternatifs de flexion et d'extension. Winslow, enfin, attribue le mouvement de circumduction de l'extrémité inférieure du cubitus uniquement à la rotation de l'humérus pendant la pronation ou la supination.

138. Voici ce que j'ai observé sur des sujets dont les muscles et les articulations du membre supérieur avaient été disséqués : Fixant solidement le bras, soit à l'aide de la main, soit dans un étau, et puis ayant étendu l'avant-bras sur le bras, j'ai imprimé lentement à la main des mouvements de pronation et de supination; alors j'ai vu, comme je l'ai dit plus haut en rapportant une expérience faite sur le vivant, l'extrémité inférieure du cubitus décrire des arcs de cercle alternativement en sens contraire. Une tige métallique longue de 15 centimètres, enfoncée transversalement de dedans en dehors dans l'extrémité inférieure du cubitus, rendait ces mouvements de quart de cercle d'étendue, des plus évidents.

Dans cette expérience, lorsque la main étant au plus haut degré de supination, je lui ai imprimé lentement un mouvement de pronation, j'ai constaté que le cubitus exécutait, dans son articulation avec l'humérus, 1° un mouvement d'extension, pendant le premier tiers du quart de cercle décrit par

son extrémité inférieure, 2° un petit mouvement d'inclinaison latérale de dedans en dehors, pendant son tiers moyen, 3° un mouvement de flexion pendant son dernier tiers.

Lorsque la main était arrivée à son plus haut degré de pronation, je l'ai ramenée lentement en supination. Alors l'extrémité inférieure du cubitus a décrit, dans un sens opposé, une nouvelle courbe résultant aussi de la succession et de la combinaison des trois mêmes mouvements, dans l'articulation cubito-humérale, 1° d'extension pendant le premier tiers, d'inclinaison latérale de dehors en dedans pendant le second tiers, et de flexion pendant le dernier tiers.

139. On doit comprendre que l'extension et la flexion alternatives du cubitus ne peuvent mouvoir l'extrémité inférieure de cet os qu'en ligne droite, et que la combinaison de ces deux mouvements du cubitus avec son mouvement d'inclinaison latérale, telle qu'elle a été exposée ci-dessus, était absolument nécessaire à la production de la ligne courbe décrite par l'extrémité inférieure de cet os, pendant la pronation et la supination.

La plupart des anatomistes ont soutenu que l'articulation ginglymoïdale du coude était trop serrée pour permettre le moindre mouvement de latéralité du cubitus; je viens de démontrer cependant qu'il est produit naturellement et incessamment, pendant la supination et la pronation, comme je l'ai décrit ci-dessus.

Qu'on l'explique ou non, le mouvement latéral du cubitus, pendant la pronation ou la supination, est donc incontestable.

Il suffit du plus petit mouvement latéral du cubitus, dans son articulation avec l'humérus, pour que, à l'extrémité de cet os qui devient ainsi un long levier, ce mouvement ait d'un centimètre à un centimètre et demi. Il ne faut pas s'étonner

si ce mouvement latéral du cubitus, dans l'articulation du coude, ait pu être nié par un grand nombre d'anatomistes; car il peut échapper à l'observateur qui n'y prêterait pas une grande attention. Quant à moi, je l'ai vu se reproduire de dedans en dehors, et *vice versâ*, toutes les fois que je l'ai cherché, pendant la pronation ou la supination, que j'imprimais sur des membres disséqués. De ce mouvement latéral en dedans ou en dehors d'un centimètre à un centimètre et demi, à l'extrémité inférieure du cubitus, combiné avec les deux autres mouvements d'extension et de flexion, résulte la ligne courbe décrite par cet os, pendant la pronation ou la supination.

140. Le mouvement du cubitus, pendant la pronation ou la supination, paraît être passif; ou du moins on peut l'obtenir passivement, comme le prouvent les expériences suivantes :

Sur des sujets morts récemment, et dont l'irritabilité existait encore, j'ai provoqué la pronation et la supination, à l'aide de la faradisation localisée, et j'ai vu se produire successivement les trois mouvements que j'ai décrits ci-dessus. J'ai fait cette même expérience sur un membre fraîchement amputé, après en avoir enlevé la peau. Les muscles étant mis à nu, j'étais certain que l'excitation était exactement localisée dans les muscles pronateurs ou supinateurs. Eh bien! sitôt que la pronation ou la supination commençait, je voyais le cubitus exécuter, dans l'articulation du coude, ses trois mouvements successifs d'extension d'inclinaison latérale et de flexion. J'ai constaté alors qu'en tournant en pronation ou en supination, l'extrémité inférieure du radius faisait décrire à l'extrémité inférieure du cubitus avec laquelle elle s'articule, une courbe égale à la sienne et dans un sens opposé.

Si, ensuite, au moment de la contraction énergique de l'un

des pronateurs ou du court supinateur, je maintenais solidement l'extrémité inférieure du cubitus, j'observais qu'en m'opposant au mouvement de rotation qui lui est imprimé par le radius, le mouvement de rotation de ce dernier s'en trouvait très-limité.

J'ai constaté enfin dans ces expériences, que pendant la rotation du radius les ligaments de l'articulation cubito-carpienne étaient distendus, et que par leur résistance ils imprimaient à l'extrémité inférieure du cubitus le mouvement en arc de cercle dont il vient d'être question.

A ce mouvement passif du cubitus, produit par la supination et la pronation, s'ajoute-t-il un mouvement actif? L'expérimentation électro-physiologique ne m'a rien appris sur ce sujet; cependant on verra bientôt que l'observation clinique doit me porter à l'admettre (voy. 148).

141. Si l'on étudie les mouvements de supination et de pronation, au point de vue de l'usage de la main, on comprend l'utilité de ces mouvements en arc de cercle, décrits par le cubitus et le radius autour d'un axe central qui leur est commun. En effet, cet axe central fictif, prolongé en bas, divise la paume de la main en deux parties égales, et se continue avec le médius, de telle sorte que, pendant la pronation et la supination, la main tourne sur son axe représenté par le médius.

Il en résulte que la main peut se placer à tous les degrés de pronation ou de supination et passer de l'une à l'autre, sans jamais s'écarter de l'objet avec lequel elle se trouve en rapport.

142. Tout le monde peut prévoir ce qui serait arrivé si la supination ou la pronation avait été uniquement produite par la rotation du radius sur le cubitus qui alors resterait toujours fixe, ainsi que le prétendent aujourd'hui les anatomistes.

La main, au lieu de tourner sur son axe fictif, eût pivoté sur

son bord interne. Alors trop éloignée de l'objet avec lequel elle doit conserver ses rapports, en dehors par la supination, ou en dedans par la pronation, elle eût dû être incessamment ramenée vers lui. Combien l'habileté manuelle en aurait été lésée! Quelle gêne, par exemple, on aurait éprouvée pour se servir de la vrille ou du tourne-vis et dans bien d'autres usages où la main doit tourner sur son axe!

143. Toutes les fois que les mouvements de supination et de pronation sont exécutés sans effort, les supinateurs et les pronateurs indépendants (court supinateur, rond et carré pronateurs) entrent seuls en action. Mais dès que ces mouvements rencontrent de la résistance, les rotateurs du bras viennent en aide à ces derniers, isolément si l'avant-bras se trouve dans l'extension, et, avec le concours des adducteurs et des abducteurs du bras, si l'avant-bras se trouve fléchi sur le bras, en d'autres termes avec l'élévation du bras en dehors pour la pronation et avec son abaissement en dedans, pour la supination.

Un mot d'explication sur cette espèce de mouvement qui est assez complexe. — Si, l'avant-bras étant infléchi, on imprime à la main un puissant mouvement de supination, comme pour serrer une vis, un écrou, etc., les supinateurs qui meuvent l'avant-bras, n'ayant pas une force suffisante et ne donnant pas au mouvement de supination assez d'étendue, le bras est écarté en dehors, puis il est rapproché du tronc avec force par ses muscles abaisseurs, en même temps qu'il tourne sur son axe sous l'influence du sous-épineux. Pendant ce mouvement du bras, si la main qui tient l'outil est en pronation, on observe qu'elle tourne sur son axe et se place en supination. Ce mouvement de supination est d'un quart de cercle, lorsqu'en le commençant le bras a été élevé en dehors

jusqu'à la direction horizontale, de sorte que la supination complète de la main a un demi-cercle après que l'avant-bras a exécuté son mouvement de supination qui, on le sait, a aussi un quart de cercle d'étendue. — Veut-on au contraire exécuter un puissant mouvement de pronation en s'aidant des muscles auxiliaires de ce mouvement, par exemple pour dévisser ou desserrer un écrou, l'avant-bras étant infléchi, et le bras en supination est écarté en dehors par le deltoïde, et la main qui tient l'instrument, restant fixe, décrit un mouvement de pronation, en tournant sur son axe.

### § II. — Physiologie pathologique.

144. L'observation clinique démontre que l'utilité des muscles fléchisseurs de l'avant-bras sur le bras est plus grande que celle de ses extenseurs. On a vu précédemment (131) que le sujet qui est privé de l'action de ses muscles extenseurs de l'avant-bras, peut encore remplir une foule d'usages du membre supérieur, sans éprouver trop de gêne, parce que le poids de l'avant-bras suffit alors pour que l'extension et la flexion alternatives de celui-ci puissent être exécutées.

Mais il n'en est plus de même, dès que la flexion de l'avant-bras est abolie. La paralysie atrophique graisseuse de l'enfance et l'atrophie musculaire graisseuse progressive de l'adulte m'ont trop souvent offert l'occasion d'observer ce fait. J'ai vu, par exemple, des enfants qui depuis plusieurs années ne pouvaient se servir d'un membre supérieur auquel il ne manquait cependant que les fléchisseurs de l'avant-bras sur le bras (1).

145. Voici des faits cliniques qui montrent l'utilité et

(1) Pour faciliter, dans ces cas, l'usage du membre supérieur, j'ai imaginé un petit appareil à forces élastiques, qui produit la flexion artificielle de l'avant-bras, et permet de l'étendre à volonté.

même la nécessité des attaches directes du biceps brachial à l'omoplate. Les sujets chez lesquels j'ai trouvé le biceps brachial atrophié, pouvaient encore fléchir énergiquement l'avant-bras avec le concours du brachial antérieur et du long supinateur ; mais, si alors la résistance à la flexion de l'avant-bras était grande, comme pour soulever de terre un corps pesant en fléchissant l'avant-bras sur le bras, la tête de l'humérus s'éloignait de la cavité glénoïde et les sujets éprouvaient dans l'articulation scapulo-humérale un tiraillement qui devenait douloureux, si le poids était trop pesant ou si ce mouvement était trop prolongé ou trop fréquent. C'était, pour l'ouvrier, une cause de faiblesse, et alors il ne pouvait se livrer longtemps, sans souffrir, à un travail fatigant. Ce fait démontre donc qu'il est nécessaire que l'un des muscles qui produisent la flexion, puisse maintenir en même temps la tête de l'humérus fixée contre la cavité glénoïde de l'omoplate. Ces conditions se trouvent parfaitement remplies par la longue portion du biceps brachial.

146. L'expérimentation électro-musculaire a montré que le biceps brachial ne peut être mis isolément en contraction, sans produire la supination en même temps que la flexion de l'avant-bras. Ce fait, on va le voir, est confirmé par l'observation clinique. Un individu atteint d'atrophie musculaire progressive, avait perdu ses muscles fléchisseurs de l'avant-bras (le brachial antérieur et le long supinateur), à l'exception du biceps brachial. Lorsqu'il fléchissait l'avant-bras, il ne pouvait empêcher sa main de se placer en supination parce que ses muscles pronateurs étaient également atrophiés. J'ajouterai que son court supinateur était aussi détruit par la maladie, de sorte qu'il n'était pas douteux que la supination était due alors à l'action du biceps brachial.

147. Ce même individu pouvait, en tenant son avant-bras étendu, produire encore la supination; mais alors ce mouvement était beaucoup plus faible que lorsqu'il avait fléchi son avant-bras (j'ai pu faire cette même étude de physiologie pathologique, chez des sujets dont le nerf radial était paralysé). Il faut en conclure que le biceps brachial n'est appelé à exercer sa fonction de supination que pendant la flexion de l'avant-bras; aussi devrait-on lui donner le nom de *fléchisseur-supinateur.*

148. J'ai démontré (140) que la ligne courbe décrite par le cubitus, pendant la pronation et la supination, se produit passivement; je vais rapporter un fait clinique, qui me porte à faire intervenir aussi l'action musculaire pour la production de ce mouvement du cubitus.

J'ai observé en 1863 à l'hôpital Lariboisière, service de M. Chassaignac, un cas de fracture ancienne du radius. Entre les deux fragments, il s'était formé une fausse articulation qui permettait de les mouvoir en sens contraire et d'une manière indépendante, de telle sorte que l'on mettait le fragment supérieur en pronation ou en supination, *sans imprimer de mouvement au fragment inférieur*. Le sujet pouvait cependant placer volontairement sa main en supination, et l'on voyait alors *l'extrémité inférieure du cubitus décrire un arc en cercle*, mais le mouvement de supination était faible et incomplet.

En somme, ce sujet faisait bien le mouvement de pronation avec son carré pronateur; car si je plaçais moi-même sa main en supination, il la ramenait en pronation complétement et avec assez de force. Quant à la supination qui était, il est vrai, bien moins étendue et beaucoup moins forte, comment l'expliquer, sans l'intervention d'une action musculaire qui s'exerce sur le cubitus, puisque ici les supinateurs

(court supinateur et biceps brachial) ne pouvaient mouvoir que le fragment supérieur du radius?

149. S'il est vrai que les courbes décrites par le radius et le cubitus, pendant la pronation et la supination, sont solidaires, l'ankylose de l'articulation cubito-humérale doit occasionner un grand trouble dans ces mouvements. C'est en effet ce que j'ai observé chez un homme dont le coude était ankylosé à la suite d'une fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus; elle datait de l'enfance; son avant-bras s'était ankylosé, entre la flexion et l'extension.

Je pouvais mettre sa main en pronation ou en supination; mais l'étendue de ces mouvements avait diminué de moitié environ, et pour les produire, il me fallait employer une assez grande force, surtout dans leur dernière moitié. Alors, je voyais l'extrémité inférieure du radius tourner sur l'extrémité correspondante du cubitus qui restait fixe. Lorsque le sujet voulait mettre sa main en pronation ou en supination, il exécutait ces mouvements principalement en faisant tourner l'humérus sur son axe, et la rotation de son radius était assez limitée. Voulait-il donner plus d'étendue à cette rotation du radius, il lui fallait déployer une force assez grande. On comprend que les usages de la main qui nécessitent la pronation et la supination, en éprouvaient nécessairement de la gêne et de la maladresse.

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL

### DES PRINCIPALES PROPOSITIONS QUI RESSORTENT DES FAITS EXPOSÉS.

#### A. — Mouvements d'extension de l'avant-bras.

1. Les faisceaux latéraux du triceps brachial (l'anconé interne et l'anconé externe) produisent chacun l'extension de

l'avant-bras avec une force égale ; ils constituent l'extenseur réel de l'avant-bras.

II. Le grand anconé (faisceau moyen du triceps-brachial), étend l'avant-bras avec peu de force, comparativement aux deux autres faisceaux ; il est principalement destiné, pendant qu'il concourt au mouvement d'extension de l'avant-bras, à fixer solidement la tête de l'humérus contre la cavité glénoïde de l'omoplate.

On se rappelle en outre qu'il remplit ce même rôle de *fixateur* de la tête de l'humérus contre la cavité glénoïde, pendant l'abaissement du bras sur l'omoplate (voy. 123).

III. Le petit anconé produit l'extension de l'avant-bras. Il imprime en outre au cubitus un petit mouvement latéral de dedans en dehors.

IV. Malgré la perte de tous les faisceaux qui produisent l'extension de l'avant-bras sur le bras, les principaux usages du membre supérieur sont cependant encore conservés, parce que, grâce au poids de l'avant-bras, les mouvements alternatifs d'extension et de flexion peuvent encore se faire, dans certaines attitudes du membre supérieur ; mais alors la plupart des mouvements de l'avant-bras ne sont plus exécutés avec précision.

B. — Mouvements de flexion de l'avant-bras, de pronation et de supination.

V. On enseignait que la flexion est exécutée seulement par le biceps brachial et le brachial antérieur ; l'expérimentation électro-musculaire démontre que le muscle dit long supinateur produit aussi ce mouvement avec une très-grande force, ainsi que l'avait dit Winslow.

En même temps ce muscle place la main en demi-prona-

tion, si au moment de sa contraction elle se trouve en supination complète.

On voit donc que la dénomination de long supinateur est inexacte, puisque ce muscle exerce une action contraire ; en outre, elle ne rappelle pas sa fonction principale : la flexion de l'avant-bras.

VI. L'utilité des fléchisseurs de l'avant-bras est plus grande que celle de ses extenseurs ; car la perte des premiers annule à peu près complétement l'usage du membre supérieur ; ce qui n'a pas lieu, lorsque les seconds sont paralysés.

VII. Le biceps huméral met la main en demi-supination, en même temps qu'il fléchit l'avant-bras ; ce qui avait aussi besoin d'être démontré par l'expérience électro-musculaire et par l'observation clinique.

VIII. En somme, il existe trois muscles fléchisseurs du bras, qui agissent tous d'une manière spéciale : l'un, le biceps, est *fléchisseur-supinateur*, l'autre, le long supinateur, est *fléchisseur-pronateur*, et le troisième, le brachial antérieur, est *fléchisseur indépendant*. On devrait donc leur conserver ces dénominations.

IX. L'indépendance de ces mouvements spéciaux, propre à chacun des fléchisseurs de l'avant-bras, était nécessaire aux usages du membre supérieur.

X. L'expérimentation électro-musculaire n'a fait que confirmer ce que l'on connaissait de l'action du court supinateur, du rond pronateur et du carré pronateur.

XI. La pronation et la supination ne résultent pas d'un simple mouvement de rotation du radius sur le cubitus qui resterait fixe, ainsi qu'on l'a décrit dans les traités d'anatomie moderne ; car il est démontré, par mes expériences, que pendant la pronation et la supination, ces deux os se meu-

vent d'une manière très-visible dans leur quart inférieur et surtout à leurs extrémités inférieures, en décrivant chacun un quart de cercle en sens contraires, et que ces deux mouvements sont solidaires.

La main se trouvant au plus haut degré de supination, le cubitus exécute, dans son articulation huméro-cubitale, 1° pendant la pronation, un mouvement d'extension pour le premier tiers de son quart de cercle, de latéralité de dedans en dehors pour le tiers moyen, et de flexion pour le dernier tiers; 2° pendant la supination, un mouvement d'extension pour le premier tiers, de latéralité de dehors en dedans pour le second tiers, et de flexion pour le dernier tiers.

C'est de la combinaison de ces trois mouvements de l'articulation huméro-cubitale que résulte le quart de cercle décrit par le cubitus, pendant la pronation ou la supination.

XII. Les mouvements en arc de cercle exécutés par le cubitus pendant la pronation et la supination, sont en même temps passifs et actifs; c'est ce qui est démontré par des expériences faites sur les muscles supinateurs ou pronateurs de sujets récemment morts ou de membres supérieurs fraîchement amputés, et par l'observation clinique.

XIII. Pendant la pronation ou la supination, le cubitus et le radius décrivent chacun un arc de cercle autour d'un axe central fictif, représenté par le médius, de manière que la main ne s'écarte pas des objets avec lesquels elle se trouve alors en rapport.

XIV. Si le radius avait dû, comme le soutiennent les anatomistes, tourner sur le cubitus, pour que la pronation et la supination eussent lieu, l'usage de la main en aurait singulièrement éprouvé de la gêne, par exemple, pour visser, percer un trou avec une vrille, etc.

XV. Toutes les fois que la supination et la pronation sont exécutées sans effort, les supinateurs ou les pronateurs situés à l'avant-bras entrent seuls en action. Mais dès que ces mouvements rencontrent de la résistance, les rotateurs du bras (le sous-épineux, le sous scapulaire), viennent en aide aux supinateurs et aux pronateurs, si l'avant-bras se trouve dans l'extension et avec le concours des adducteurs et des abducteurs du bras, en d'autres termes, avec l'élévation du bras en dehors ou son abaissement en dedans, si l'avant-bras est fléchi sur le bras.

## CHAPITRE IV.

### ACTION INDIVIDUELLE ET USAGES DES MUSCLES QUI MEUVENT LA MAIN, LES DOIGTS ET LE POUCE.

#### Considérations générales.

Au début de mes recherches électro-physiologiques, et avant de me livrer à l'étude expérimentale des mouvements de la main, je m'étais bien pénétré des écrits qui traitent de cette question importante et surtout de ceux dont la science a été dotée par deux hommes de génie, à un intervalle de près de deux mille ans de distance, par Galien (1) et Ch. Bell (2). Mais après avoir fait quelques expériences électro-musculaires, je n'ai pas tardé à reconnaître que, privés d'un moyen d'observation aussi exact, ces grands physiologistes avaient été induits en erreur sur l'action propre des muscles moteurs

(1) Galien, *Œuvres*, trad. Daremberg. Paris, 1857, t. Ier, V, *De l'utilité des parties du corps humain*, livre Ier, DE LA MAIN.

(2) Ch. Bell, *The Hand, its mecanism and vital endowments*, 6e édition. London, 1860.

de la main, ou que leurs connaissances sur ce point étaient trop incomplètes. Conséquemment, tout ce qu'ils ont dit des mouvements de la main pèche nécessairement par la base. Aussi ai-je écrit dans un mémoire que j'ai présenté, en février 1851, à l'Académie des sciences (1) :

« Les principaux usages des muscles qui meuvent les doigts et le pouce de la main de l'homme, sont restés inconnus jusqu'à ce jour.

» Le mécanisme des mouvements exécutés par les doigts de la main est inexplicable avec les données fournies par la physiologie de la main. »

« Malgré l'admirable discours de Galien, malgré le beau travail de Ch. Bell, la main telle qu'on l'a comprise physiologiquement jusqu'à nos jours, ne serait qu'une griffe difforme plus incommode qu'utile. »

« Enfin le diagnostic différentiel des affections musculaires de la main, et le mécanisme de la plupart des difformités ou déformations qui en sont la suite, ne peuvent être établis sans la connaissance des faits exposés dans ce travail. »

Les nombreuses observations que j'ai recueillies depuis la publication de ce mémoire, ont si bien confirmé l'exactitude des déductions qui ressortaient alors de mes expériences électro-musculaires et de l'observation clinique, que je puis de nouveau formuler aujourd'hui ces mêmes déductions sans avoir rien à en retrancher. Je les écris en tête de ce chapitre, afin de frapper l'attention du lecteur et de lui faire mieux saisir l'importance du sujet dont j'ai à traiter. Quelques exemples me feront mieux comprendre.

Les extenseurs des doigts et les fléchisseurs sublime et

(1) Duchenne, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, février 1861.

profond étaient, d'après les idées généralement reçues, les seuls muscles connus qui étendissent ou fléchissent les phalanges des doigts de la main. Et cependant je voyais tantôt les deux dernières phalanges s'étendre, malgré la paralysie des extenseurs des doigts, et tantôt les premières phalanges se fléchir, bein que les fléchisseurs sublime et profond eussent perdu leur action sur les deux dernières, et conséquemment sur les premières. D'autres fois, alors même que les extenseurs des doigts et les fléchisseurs sublime et profond jouissaient d'une intégrité parfaite, l'extension des deux dernières phalanges était impossible ou très-limitée, les premières phalanges n'obéissaient point à la flexion volontaire.

A ces troubles fonctionnels s'ajoutaient de graves difformités de la main et même des déformations articulaires, consécutives à l'attitude vicieuse des phalanges entraînées dans des directions anormales par des forces certainement étrangères à l'action des muscles extenseurs des doigts et fléchisseurs sublime et profond. Il n'existait, dans ces différents cas, ni contractures musculaires, ni lésions articulaires, primitives, qui pussent rendre compte de ces phénomènes.

Quant au pouce, la pathologie contredisait également les les données qui avaient cours dans la science.

C'est l'observation de ces faits cliniques qui m'a inspiré les recherches électro-physiologiques qui font l'objet de ce chapitre.

Ne ressortait-il pas, en effet, de ces faits cliniques que les muscles dits extenseurs des doigts et que les fléchisseurs sublime et profond ne meuvent pas les trois phalanges avec une égale puissance, et même que, physiologiquement, certaines phalanges échappent entièrement à l'action de ces muscles ? N'était-il pas évident aussi que des muscles étrangers aux extenseurs des doigts ou aux fléchisseurs sublime

et profond prenaient la plus grande part aux mouvements des phalanges, en étendant les unes et en fléchissant les autres? Enfin la même obscurité ne régnait-elle pas sur les fonctions des muscles du pouce?

J'ai pensé qu'il appartenait à la faradisation localisée d'essayer de résoudre ces problèmes.

Elle peut, je le répète, limiter son action sur chacun des muscles, sur chacun de leurs faisceaux; tandis que la volonté possède rarement ce pouvoir localisateur, je ne suis même pas sûr qu'elle puisse quelquefois l'exercer, quels qu'aient été l'exercice et l'éducation des mouvements.

En effet, la contraction volontaire d'un muscle quelconque, à l'exception, toutefois, des mouvements expressifs de la face, comme je l'ai démontré ailleurs (1), me paraît toujours accompagnée de la contraction involontaire ou mieux instinctive d'un autre muscle; c'est du moins un fait qui me semble résulter jusqu'à présent de mes expériences électro-physiologiques. J'aurai l'occasion de démontrer bientôt que certains mouvements des phalanges des doigts et du premier métacarpien, mouvements que nous croyons obtenir par la contraction isolée d'un muscle, ne peuvent se faire volontairement, sans la contraction synergique d'un ou de plusieurs muscles appelés très-justement *modérateurs* par Winslow (2). Ces combinaisons musculaires ont lieu sans que nous en ayons la conscience, et échappent à l'observation, si l'on n'y porte la plus grande attention.

(1) Duchenne, *Mécanisme de la physionomie humaine, ou analyse électro-physiologique de l'expression des passions, applicable à la pratique des arts plastiques*. 1862.

(2) Winslow, *Exposition anatomique de la structure du corps humain*. Paris, 1732.

Les résultats de mes recherches électro-physiologiques ont dépassé mon attente. Elles m'ont appris : 1° Que les extenseurs commun et propres des doigts et que les fléchisseurs sublime et profond ne remplissent pas toutes les fonctions qu'on leur a attribuées ; 2° que les mouvements de certaines phalanges se trouvent en dehors des attributions de ces muscles, et que cette fonction est dévolue à d'autres muscles ; 3° que cette ingénieuse répartition de fonctions entre tous les muscles qui meuvent les doigts, donne une indépendance mutuelle aux mouvements d'extension des premières phalanges et de flexion des deux dernières, et *vice versâ*, indépendance nécessaire au mécanisme des mouvements les plus fréquents des doigts, et sans laquelle la main perdrait sa dextérité et sa légèreté ; 4° enfin que les fonctions des muscles, dits long extenseur, court extenseur et long abducteur du pouce ont été mal définies ; 5° que la plupart des muscles de l'éminence thénar possèdent une action méconnue jusqu'à ce jour, et sans laquelle le pouce perdrait ses principaux usages.

J'ai soumis les faits qui résultent de ces études électro-physiologiques, au contrôle de l'observation clinique. Dans ce but, je me suis livré à une série de recherches électro-pathologiques qui, en établissant l'exactitude de ces nouveaux faits électro-physiologiques, font mieux connaître le degré d'utilité de chacun des muscles, dans les différents usages des doigts de la main et du pouce.

Ces recherches électro-pathologiques m'ont permis de déterminer, d'une manière exacte, l'influence réelle que les extenseurs commun et propres des doigts, les fléchisseurs sublime et profond, les interosseux et les lombricaux exercent, par leur force tonique, sur l'attitude des phalanges des doigts,

du premier métacarpien et des phalanges du pouce. Elles m'ont fait comprendre aussi le mécanisme de certaines difformités de la main, consécutives à l'atrophie ou à la perte de la tonicité de chacun de ses muscles, ce qui, jusqu'à ce jour, avait échappé à toute espèce d'explication.

Ce chapitre sera divisé en quatre articles : le premier traitera des muscles qui meuvent la main sur l'avant-bras; le second des muscles qui meuvent les doigts; le troisième des muscles qui meuvent le pouce; le quatrième de considérations anatomiques et historiques sur les muscles de la main.

## ARTICLE PREMIER.

MUSCLES QUI ÉTENDENT LA MAIN SUR L'AVANT-BRAS ET LA MEUVENT LATÉRALEMENT. — PREMIER RADIAL (*radialis externus longior*), SECOND RADIAL (*radialis externus brevior*), CUBITAL POSTÉRIEUR (*ulnaris internus*).

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

I. La main étant en pronation et infléchie sur l'avant-bras, voici la série de mouvements qu'elle exécute, lorsqu'on localise successivement le courant électrique dans chacun de ses muscles extenseurs.

Le premier radial est-il faradisé, la main se meut obliquement en haut et en dehors, et la face dorsale de la main regarde en dehors.

Est-ce le cubital postérieur qui est mis en action, elle se dirige obliquement en haut et en dedans et la face dorsale de la main regarde en haut.

Si le second radial est excité, l'élévation de la main sur l'avant-bras a lieu directement, et alors la face dorsale de la main regarde un peu en dehors.

Pendant que, par la contraction électrique du second radial, la main est ainsi tenue dans l'extension sur l'avant-bras, vient-on à diriger le courant d'un second appareil d'induction, ou sur le premier radial, ou sur le cubital postérieur, la main, obéissant à l'action latérale propre à chacun de ces muscles, n'éprouve pas d'obstacle pour se porter en dehors ou en dedans.

Lorsque le cubital postérieur et le premier radial sont mis simultanément en contraction avec deux courants d'induction de force égale, l'élévation de la main se fait directement sur l'avant-bras et la face dorsale de la main regarde en haut.

Dans toutes ces expériences, les tendons des muscles électrisés font relief sous la peau, au niveau de l'extrémité inférieure et postérieure du radius ou du cubitus.

On a dit théoriquement que les mouvements de la main sur l'avant-bras doivent se passer à la fois dans l'articulation carpo-métacarpienne et dans l'articulation radio-carpienne; il est impossible de constater l'existence de ces mouvements pendant les expériences électro-physiologiques précédentes.

B. — Remarques.

150. Il vient d'être démontré par l'expérimentation électro-musculaire que les trois muscles extenseurs de la main sur l'avant-bras agissent donc chacun d'une manière spéciale : le second radial étend directement la main, en exerçant son action sur le troisième métacarpien, sans contrarier les mouvements de latéralité de ses congénères pour l'extension ; le premier radial produit l'extension abductrice, et le cubital postérieur l'extension adductrice.

151. On enseignait que les deux radiaux possédaient la même action abductrice, et que l'extension directe de la main

résultait de la contraction combinée de ces muscles avec le cubital postérieur.

S'il en eût été ainsi, l'extension directe de la main eût toujours exigé une plus grande dépense de forces, en mettant alors en action trois muscles dont deux sont antagonistes pour leurs mouvements de latéralité; l'effort que ce mouvement eût ainsi exigé, aurait nui à l'habileté manuelle.

Mais en raison de l'action propre dont jouit heureusement le second radial (extenseur direct de la main), cette combinaison musculaire complexe n'est plus nécessaire à l'extension directe habituelle de la main; elle a lieu seulement lorsque l'on doit étendre la main avec effort. C'est ce que l'on peut constater pendant l'extension volontaire de la main, et ce que je démontrerai mieux encore par l'observation clinique.

152. L'existence d'un muscle extenseur direct de la main facilite les divers mouvements de latéralité intermédiaires, qui se produisent sans effort, pendant l'extension de la main ou pendant ses mouvements de circumduction.

Voyons, en effet, ce qui se passe dans ce dernier cas. Supposons la main à son plus haut degré d'extension abductrice. Si le mouvement se fait sans effort, le premier radial sera seul alors en contraction. Si la main est ramenée vers l'extension directe, le second radial combinant son action avec celle du précédent reste seul contracté, quand la main est arrivée à l'extension directe; mais dès que son abduction commence, le cubital postérieur vient s'associer à lui, entraînant progressivement la main vers le cubitus et restant enfin seul contracté, lorsque la main se trouve en extension abductrice extrême.

S'il n'existait, ainsi qu'on l'enseigne, que des extenseurs abducteurs ou adducteurs de la main, le mouvement de cir-

cumduction de cette partie ne se ferait pas avec la même facilité, à cause de l'antagonisme musculaire que l'on devrait alors faire intervenir. C'est, du reste, ce qui sera bientôt mis en évidence par l'observation clinique.

153. Est-il besoin de dire que dans tous les mouvements d'extension faits avec effort, les trois extenseurs de la main entrent en action.

### § II. — Physiologie pathologique.

154. La paralysie et surtout l'atrophie partielle des muscles extenseurs de la main m'ont fréquemment offert l'occasion d'observer l'action individuelle de ces muscles, qui se produit alors sous l'influence de la volonté, et aussi de confirmer par l'observation clinique les faits qui ressortent de l'expérimentation électro-physiologique.

En effet, les sujets privés du concours du second radial et du cubital postérieur ne peuvent étendre la main sur l'avant-bras, sans la porter à son plus haut degré d'abduction. N'ont-ils conservé que l'action du cubital postérieur, l'adduction de la main, au contraire, devient inséparable de son extension ; enfin, la contractilité volontaire du second radial est-elle seule conservée, la main peut être étendue directement sur l'avant-bras, mais dans cette attitude, elle ne jouit plus de ses mouvements latéraux.

155. Lorsque l'un des deux muscles, extenseur abducteur (premier radial) ou extenseur adducteur (cubital postérieur), est seul paralysé ou atrophié, le sujet peut étendre à volonté sa main directement ou latéralement, dans la direction de l'extenseur abducteur ou de l'extenseur adducteur intact. Il est évident que s'il n'avait pas la facilité de contracter isolément son second radial, il ne pourrait obtenir l'extension directe de

sa main sur son avant-bras, car la moindre contraction synergique de l'autre muscle imprimerait à la main un mouvement plus ou moins latéral.

Ce fait de physiologie pathologique tend à démontrer que, dans l'extension volontaire de la main sur l'avant-bras, chacun de ses trois muscles extenseurs peut se contracter isolément pour produire le mouvement qui lui est spécialement affecté.

156. Ce qui fait ressortir aussi l'utilité du second radial pour le mouvement de circumduction de la main, c'est que, pendant ce mouvement, le passage de l'extension abductrice à l'extension adductrice se fait difficilement et brusquement, lorsque ce muscle est atrophié.

157. L'observation clinique fait aussi connaître comparativement le degré d'utilité de chacun des muscles extenseurs de la main sur l'avant-bras, soit au point de vue de l'attitude de ce membre, soit au point de vue de ses mouvements.

Ainsi, consécutivement à la paralysie ou à l'atrophie du premier radial, la main est entraînée vers le cubitus par la force tonique prédominante des muscles adducteurs. Si, en outre, le second radial est lésé, ce mouvement pathologique de la main est encore plus prononcé.

A la longue, cette attitude pathologique déforme les surfaces articulaires dans le sens de la déviation de la main; certains ligaments se raccourcissent, les muscles adducteurs se rétractent et s'opposent au redressement de la main, comme dans la figure 22. Il en résulte une gêne con-

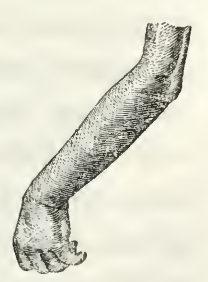


Fig. 22 (*).

(*) Attitude d'adduction de la main chez un enfant dont le premier radial était atrophié depuis plusieurs années. Cette déformation nuit gravement aux usages de la main, surtout lorsqu'elle doit servir la partie antérieure de la tête ou du tronc.

sidérable dans l'usage de la main qui, en restant toujours inclinée vers le cubitus, sert difficilement la partie antérieure de la tête et du tronc.

Une déformation analogue s'observe dans une direction opposée, à la suite de la paralysie ou de l'atrophie du cubital postérieur; mais les troubles fonctionnels occasionnés alors par l'attitude d'adduction continue de la main sont à peine appréciables.

Il ressort aussi de ce qui précède, que le premier radial est plus utile que le cubital postérieur.

158. La pathologie musculaire fait connaître les fonctions synergiques dont sont chargés les muscles extenseurs de la main.

Dès que l'extension de la main est abolie, la flexion des doigts est extrêmement affaiblie par le fait du raccourcissement où se trouvent alors placés les fléchisseurs superficiel et profond. — Les observateurs qui ont ignoré le mécanisme de ce trouble fonctionnel, ont attribué, à tort, cet affaiblissement apparent de la flexion des doigts, à une cause paralytique. — Ce phénomène pathologique démontre que l'action synergique des extenseurs de la main est absolument nécessaire à la flexion des doigts et que la force de leur contraction est alors proportionnelle à l'énergie de cette flexion.

C'est, en effet, ce qu'il est facile de constater. Que l'on compare, à l'aide du dynanomètre, la force de flexion de la main tenue infléchie sur l'avant-bras et de la main à laquelle on laisse la liberté de s'étendre pendant la flexion des doigts, on constatera alors que, dans le premier cas, la flexion a perdu les trois quarts de sa puissance.

Ce mouvement d'extension du poignet, pendant la flexion des doigts, est tellement instinctif et impératif qu'il faut un

effort pour l'empêcher. Si, en effet, la main étant fléchie et ouverte, on vient à la fermer subitement, cette main se redresse et ses extenseurs se contractent d'autant plus fortement que le poing est plus fortement serré.

Voici maintenant un fait clinique qui montre combien la contraction instinctive des extenseurs de la main est liée à la flexion des doigts. Toutes les fois que j'ai vu les muscles fléchisseurs superficiel et profond atrophiés (dans l'atrophie musculaire graisseuse progressive), j'ai constaté que pendant les efforts faits par les malades dans le but d'exécuter ce mouvement, la main était entraînée malgré eux dans une extension exagérée sur l'avant-bras.

Je vais essayer d'expliquer comment se produisent ces mouvements pathologiques. La fonction qui consiste à fermer la main, est exécutée par la contraction synergique et inséparable des muscles fléchisseurs des doigts et extenseurs de la main. Si les fléchisseurs des doigts sont atrophiés, l'effort pour fermer la main est considérable et alors un courant nerveux arrive aussi intense aux extenseurs de la main qu'aux fléchisseurs des doigts. De là cette extension exagérée de la main, lorsque les fléchisseurs des doigts sont atrophiés pendant les efforts pour fermer la main. Nous verrons bientôt un phénomène analogue se manifester consécutivement à la paralysie des muscles extenseurs, commun et propre des doigts.

159. Encore un autre fait clinique qui apprend que le concours synergique du cubital postérieur est nécessaire au mouvement volontaire d'abduction du premier métacarpien.

L'action du cubital postérieur vient-elle à faire défaut, l'abduction du premier métacarpien ne peut plus se faire volontairement, sans que la main soit entraînée en dehors

vers le radius ; de là naît la nécessité de l'action synergique du cubital postérieur, pendant l'abduction du pouce.

Quelque faiblement, en effet, que l'on veuille écarter le pouce en dehors, le doigt appliqué sur le tendon du cubital postérieur, au-dessous de l'apophyse styloïde du cubitus, sent ce muscle se contracter. Ce tendon se roidit alors en raison directe du degré d'écartement du pouce, et l'effort employé pour obtenir cette abduction.

## ARTICLE II.

### MUSCLES QUI FLÉCHISSENT LA MAIN SUR L'AVANT-BRAS.

Les muscles qui fléchissent la main sur l'avant-bras sont le grand palmaire (*palmaris longus*), le petit palmaire (*palmaris brevis*) et le cubital antérieur (*ulnaris internus*).

#### § I. — Électro-physiologie.

##### A. — Expériences.

Dans les expériences suivantes, la main est d'abord placée en supination.

1° Le grand palmaire faradisé infléchit d'abord la main sur l'avant-bras. A un degré de contraction plus fort, il entraîne la main dans la pronation.

Si l'on empêche la pronation, en maintenant l'avant-bras en supination, on remarque que le bord externe de la main s'infléchit davantage que son bord interne et que sa face palmaire regarde alors un peu en dedans.

2° La faradisation du petit palmaire infléchit directement la main, sans la mettre en pronation et sans entraîner son bord externe plus fortement que son bord interne.

3° Le cubital antérieur faradisé infléchit la main, et, au maximum de contraction, entraîne son bord interne avec une

telle force, que sa face palmaire semble vouloir regarder en dehors. Alors on constate que le dernier métacarpien se trouve sur un plan antérieur aux autres métacarpiens.

B. — Remarques.

160. Il ressort donc des expériences précédentes que chacun des fléchisseurs de la main agit d'une manière spéciale, et différente de celle qui lui avait été attribuée jusqu'ici.

161. Voyons d'abord ce qui a trait aux mouvements de latéralité qu'on leur avait attribués.

Le cubital antérieur a été appelé *fléchisseur adducteur de la main*. Rien ne m'a paru justifier cette dénomination; car de quelque manière que j'aie agi sur ce muscle, je n'ai pu produire, par sa contraction isolée, que la flexion antérieure du dernier métacarpien qui entraînait après lui, mais moins fortement, le second métacarpien.

On avait pensé aussi que, dans certaines circonstances, le grand palmaire pouvait exercer une action abductrice. — J'aurais été porté, au contraire, à lui attribuer, d'après sa direction, un pouvoir adducteur; — on vient de voir que ce muscle fléchit la main sur l'avant-bras, sans lui imprimer aucun mouvement latéral.

162. Je ferai remarquer, d'ailleurs, que les mouvements latéraux de la main deviennent d'autant plus difficiles, que sa flexion est plus grande. Si, en effet, empêchant la pronation ou la supination, on fléchit mécaniquement la main d'un sujet vivant et qu'on lui imprime ensuite des mouvements latéraux, on constate qu'au maximum de flexion ces mouvements latéraux sont impossibles et qu'ils augmentent progressivement, si l'on relève la main jusqu'à ce qu'elle soit arrivée

à une direction parallèle avec l'avant-bras. Dans cette attitude, les mouvements latéraux de la main ont leur maximum d'étendue; dès qu'on l'infléchit alors progressivement, on voit qu'ils diminuent d'étendue en raison directe du degré de la flexion. — L'étendue de ces mouvements de latéralité n'est pas modifiée par l'extension de la main sur l'avant-bras.

Ces faits physiques s'expliquent par la disposition des surfaces articulaires.

Si donc la flexion de la main gêne, ou ne permet pas, à un certain degré, les mouvements latéraux, une action latérale exercée par les fléchisseurs de la main aurait produit un faux mouvement.

163. Le petit palmaire n'est pas pronateur comme le grand palmaire, ainsi qu'on l'enseignait; il est seulement fléchisseur de la main.

Il exerce ce dernier mouvement directement, grâce à l'attache de son tendon inférieur à la partie médiane du ligament annulaire antérieur du carpe, tandis que le grand palmaire incline davantage son bord externe et le cubital antérieur son bord interne, en raison de l'attache de l'un à l'extrémité supérieure et antérieure du second métacarpien, et de l'autre à l'os pisiforme.

L'observation clinique fera bientôt ressortir l'utilité de ces actions spéciales des fléchisseurs de la main.

164. Il m'a été impossible de constater, d'une manière appréciable, pendant la contraction des fléchisseurs de la main, les mouvements qui, d'après les auteurs, devraient se produire entre la première et la seconde rangée du carpe.

Mais l'inflexion du cinquième métacarpien sur le scaphoïde par la contraction du cubital antérieur est des plus mani-

festes, aussi devrait-on l'appeler fléchisseur de la main et du cinquième métacarpien.

### § II. — Physiologie pathologique.

165. Généralement la flexion de la main est opérée par l'action combinée des trois fléchisseurs de la main. Cependant il est certains usages de la main qui exigent l'intervention plus spéciale du cubital antérieur ou du grand palmaire. L'observation clinique m'a permis d'en apprécier le degré d'utilité. Je n'en citerai qu'un exemple.

J'ai été consulté par un artiste chez lequel l'atrophie musculaire graisseuse progressive avait détruit un grand nombre des muscles du tronc. Il se plaignait particulièrement d'une gêne considérable qu'il éprouvait dans certains usages de la main gauche, surtout pour jouer du violon. Son petit doigt ne pouvait plus atteindre, comme jadis, les parties les plus élevées des cordes de son instrument, bien que pour tout autre chose il possédât son habileté manuelle. En voici l'explication : son cubital antérieur gauche était atrophié ; la flexion de la main n'était opérée que par les palmaires, et elle avait lieu directement. Il en résultait que, lorsqu'il jouait du violon et qu'il voulait faire entendre les notes les plus hautes, sa main ne pouvait s'infléchir sur son bord interne, ainsi que son dernier métacarpien ; ses doigts et surtout le dernier n'atteignaient plus les points de ses cordes assez élevées pour rendre ces notes. — Il est bien d'autres troubles fonctionnels produits par la perte du cubital postérieur, qui démontrent l'utilité de la flexion spéciale que ce muscle exerce sur la main, mais qu'il serait trop long d'exposer ici.

16. On sait qu'il suffit de la paralysie ou de l'atrophie du

cubital postérieur pour que la main soit entraînée dans l'abduction par la force tonique de son antagoniste. Eh bien ! le défaut d'action du cubital antérieur n'est pas suivi de l'abduction de la main, ce qui prouve que ce muscle n'exerce pas la même action adductrice que le cubital postérieur.

167. Les muscles fléchisseurs de la main sont, comme tous les autres muscles qui s'attachent à l'épitrochlée, auxiliaires de la flexion de l'avant-bras sur le bras. J'en ai vu la preuve chez des sujets dont le biceps brachial, le brachial antérieur et le long supinateur (fléchisseurs puissants de l'avant-bras), pouvaient encore, faiblement il est vrai, exécuter ce mouvement. Après avoir mis leur main en pronation, ils la tenaient dans l'extension pour placer les fléchisseurs dans la plus grande extension possible, et alors ils fléchissaient l'avant-bras, à l'aide des muscles qui s'attachent à l'épitrochlée et dont on sentait la contraction énergique. Ce mouvement, bien qu'il fût exécuté avec faiblesse, leur était cependant encore d'une grande utilité.

168. Les muscles fléchisseurs de la main sur l'avant-bras sont appelés à remplir, pendant la contraction volontaire des muscles extenseurs commun et propres des doigts, une fonction synergique analogue à celle qui est exercée par les extenseurs de la main sur l'avant-bras, pendant la contraction volontaire des fléchisseurs sublime et profond. Je me contenterai d'en donner la preuve par l'observation clinique.

Combien de fois ai-je observé, dans l'intoxication saturnine, la paralysie partielle des muscles extenseurs commun et propres des doigts, avec intégrité de l'un ou des deux et même des trois muscles extenseurs de la main sur l'avant-bras. Voici ce que tout le monde peut observer dans ces cas.

Si le sujet affecté de cette paralysie locale maintient les

phalanges de ses doigts dans la flexion, il peut étendre avec force sa main sur l'avant-bras. Mais veut-il étendre ses doigts, ses premières phalanges restent immobiles, et sa main s'infléchit sur l'avant-bras avec d'autant plus d'énergie, qu'il fait de plus grands efforts pour obtenir cette extension des doigts.

169. Il me paraît utile d'expliquer de nouveau le mécanisme de cette action synergique instinctive des muscles fléchisseurs de la main pendant l'extension des doigts. De même, en effet, que l'extension de la main est nécessaire à la flexion des deux dernières phalanges digitales, de même la contraction synergique des fléchisseurs de la main sur l'avant-bras est inséparable de la fonction musculaire qui doit produire l'extension volontaire des premières phalanges digitales. Placer les extenseurs commun et propre des doigts dans une plus grande élongation, afin d'augmenter leur puissance dynamique : tel est le but utile du concours instinctif des fléchisseurs de la main sur l'avant-bras, pendant l'extension volontaire des doigts.

170. Il existe aussi un fait de physiologie pathologique qui explique encore l'utilité de cette fonction synergique instinctive des fléchisseurs de la main, pendant certains mouvements des doigts ; c'est l'extension involontaire et exagérée de la main sur l'avant-bras, qui se produit toutes les fois qu'un sujet, dont les fléchisseurs de la main sont atrophiés, étend ses doigts sur ses métacarpiens. On constate cependant, dans ces cas, que les muscles destinés à l'extension de la main sont dans le relâchement.

En voici l'explication :

Les extenseurs commun et propres des doigts étant jusqu'à un certain point, en même temps extenseurs de la main

sur le bras (ce qui sera confirmé par l'expérimentation électro-physiologique), leur contraction rend nécessaire la synergie modératrice des muscles fléchisseurs de la main. Or, dans le cas pathologique que je viens de citer, l'atrophie des muscles grand et petit palmaires, prive les extenseurs des doigts du concours modérateur de ces muscles pendant l'extension volontaire des doigts.

**171.** La force tonique des muscles fléchisseurs de la main concourt beaucoup moins que celle de ses extenseurs à l'attitude normale de la main; c'est du moins ce qui ressort de l'observation clinique. Je n'ai, en effet, observé rien d'anormal dans l'attitude de la main au repos, chez les individus dont les muscles fléchisseurs de la main sont atrophiés. Ici, sans doute, le poids de la main qui est habituellement en pronation, suffit pour faire équilibre à la force tonique des extenseurs de la main, dont elle prévient ainsi la rétraction consécutive.

Tout le monde sait, au contraire, que la chute de la main est la conséquence inévitable de la paralysie de ses extenseurs.

## ARTICLE III.

### MUSCLES QUI MEUVENT LES DOIGTS.

Des muscles moteurs des doigts, cinq sont situés à l'avant-bras : l'extenseur commun des doigts (*extensor communis digitorum manus*), les extenseurs propres de l'index et du petit doigt (*extensores proprii*), le fléchisseur sublime (*sublimis*), le fléchisseur profond (*profondus*). Les autres muscles siégent à la main ; ce sont les muscles interosseux et de l'éminence hypothénar

## § I. — Électro-physiologie.

### A. — Extenseur commun des doigts, extenseurs propres de l'index et du petit doigt.

172. Lorsque, la main étant dans la flexion et les doigts infléchis dans la paume de la main, l'excitation électrique est localisée dans les extenseurs des doigts, on observe une succession de mouvements qui sont exécutés de la manière suivante :

Les deux dernières phalanges s'étendent sur les premières, puis celles-ci sur les métacarpiens, qui, à leur tour, sont

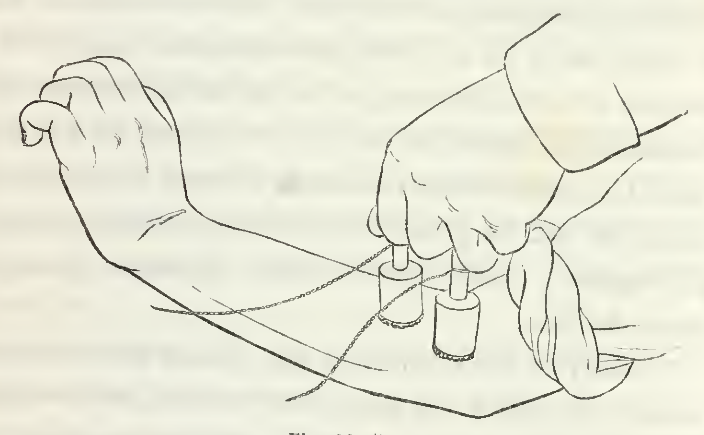


Fig. 23 (*).

entraînés avec le carpe dans l'extension sur l'avant-bras. Pendant ce mouvement, les dernières phalanges sont maintenues étendues sur les premières, jusqu'à ce que le métacarpe soit arrivé à une direction parallèle avec l'avant-bras. Mais à l'instant où, le mouvement d'extension continuant, le métacarpe forme un angle avec l'avant-bras, les deux der-

(*) Cette figure est destinée à montrer que, par la faradisation de l'extenseur commun des doigts, les premières phalanges sont seules étendues sur les métacarpiens, et que la main est en même temps étendue sur l'avant-bras, tandis que les deux dernières phalanges sont maintenues dans la flexion, par le fait de l'élongation des fléchisseurs profond et sublime.

nières phalanges s'infléchissent sur les premières, et cela d'autant plus que la main se renverse davantage sur l'avant-bras. Quelle que soit alors l'énergie de la contraction des extenseurs, contraction provoquée par le courant d'induction le plus intense, on ne peut produire le redressement des deux dernières phalanges sur les premières; tandis que celles-ci s'étendent davantage sur les métacarpiens.

Pour bien démontrer combien est faible l'action de l'extenseur commun des doigts et des extenseurs propres de l'index et du petit doigt sur les dernières phalanges, on maintient le métacarpe fortement renversé sur l'avant-bras, comme dans la figure 23 (il est bon d'expérimenter sur un sujet dont le membre est complétement paralysé ou sur un cadavre dont l'irritabilité est encore intacte), et, au moment où l'on provoque la contraction des extenseurs commun et propres des doigts, on voit les premières phalanges s'étendre sur leurs métacarpiens, tandis que les deux dernières phalanges restent fléchies.

Il ressort de ces expériences que l'action des extenseurs commun et propres des doigts sur les deux dernières phalanges est assez limitée, et que, si ces muscles étaient les seuls extenseurs des doigts, ceux-ci prendraient la forme de griffes, sitôt que la main se renverserait sur l'avant-bras.

La flexion des deux dernières phalanges, observée dans ce cas, est causée par la résistance tonique des fléchisseurs sublime et profond, que les extenseurs des doigts ne peuvent vaincre.

Les faits cliniques que j'exposerai dans l'article suivant démontreront que l'action physiologique des extenseurs des doigts sur les deux dernières phalanges est encore plus faible que semble l'indiquer la contraction électrique de ces muscles.

Il résulte aussi de l'expérience précédente que les extenseurs commun et propres des doigts étendent très-puissamment les premières phalanges sur les métacarpiens.

En somme, les faits précédents démontrent que les muscles dits extenseurs des doigts ne sont pas extenseurs des trois phalanges, comme l'indique le nom sous lequel on les a désignés jusqu'à ce jour, mais qu'ils n'ont d'action réelle que sur la première phalange, ce qui sera encore mieux démontré par l'observation clinique. C'est pour cette raison que je proposerai de les appeler *extenseurs des premières phalanges.*

173. Les extenseurs commun et propres impriment-ils aux doigts des mouvements latéraux? Voici les expériences qui jugent cette question.

Pendant le repos musculaire, les doigts demi-fléchis sont rapprochés les uns des autres. Au moment où les premières phalanges sont mises en mouvement par la contraction artificielle de l'extenseur commun, on les voit s'écarter les uns des autres.

174. Lorsque l'on fait contracter individuellement les faisceaux de l'extenseur commun des doigts, on observe, outre les mouvements décrits ci-dessus, les phénomènes suivants : 1° Le faisceau qui se rend à l'index rapproche celui-ci du pouce; 2° le faisceau du médius ne produit aucun mouvement de latéralité; 3° les deux faisceaux qui vont à l'annulaire et au petit doigt, portent ces doigts un peu en dedans, c'est-à-dire vers le cubitus.

175. Limite-t-on ensuite l'excitation électrique dans chacun des extenseurs propres, l'index se rapproche du médius et le petit doigt s'écarte de l'annulaire beaucoup plus que par la contraction du faisceau qui lui vient de l'extenseur commun.

Les expériences précédentes démontrent que les exten-

seurs commun et propres du petit doigt écartent les doigts du médius qui reste fixe. On voit donc que le médius est vraiment l'axe de la main, ainsi que l'avait justement supposé M. le professeur Cruveilhier pour faciliter l'étude anatomique des muscles interosseux.

Ces expériences établissent encore que les deux faisceaux musculaires qui étendent la première phalange de l'index, produisent en outre l'abduction ou l'adduction de ce doigt, quand ils agissent isolément. Ces faits seront rendus plus évidents par des observations cliniques qui en feront aussi ressortir l'utilité.

B. — Fléchisseur sublime, fléchisseur profond.

176. La contraction électrique du fléchisseur sublime et du fléchisseur profond produit les mouvements de flexion des deux dernières phalanges, qui ont été décrits par tous les auteurs, c'est-à-dire que le fléchisseur sublime fléchit la seconde phalange sur la première, la troisième phalange restant dans l'extension, et que le fléchisseur profond fléchit les deux dernières phalanges sur les premières.

Quant à la flexion que ces muscles impriment aux premières phalanges, elle est très-faible, très-secondaire, parce que ce mouvement n'a lieu ordinairement que lorsque ces muscles se trouvent déjà dans un état de raccourcissement.

Voici quelques expériences qui démontrent la vérité de cette proposition importante.

Si l'excitation électrique est localisée dans les fléchisseurs sublime et profond, alors que la main et les deux dernières phalanges sont maintenues dans une extension forcée, les premières phalanges s'infléchissent énergiquement sur les métacarpiens. Les doigts et la main sont-ils, au contraire,

abandonnés alors à eux-mêmes, les deux dernières phalanges s'inclinent en s'enroulant sur les premières, qui, à leur tour, s'infléchissent sur les métacarpiens, mais avec peu d'énergie. Ce mouvement de flexion des premières phalanges s'affaiblit d'autant plus que la main est moins renversée sur l'avant-bras; il est même à peu près complétement nul, dès que la main est arrivée au plus haut degré de flexion.

177. L'expérience suivante démontre combien les extenseurs des doigts l'emportent sur les fléchisseurs sublime et profond, dans leur action sur les premières phalanges. Que l'on fasse contracter à la fois et avec un courant d'égale intensité les extenseurs et les fléchisseurs des doigts, et l'on verra les premières phalanges s'étendre sur les métacarpiens, pendant que les deux dernières seront fléchies sur les premières.

Si ces expériences sont trouvées insuffisantes, les recherches cliniques que j'exposerai bientôt compléteront, j'espère, la démonstration de cette proposition, à savoir : que les fléchisseurs des doigts n'ont pas assez d'action sur les premières phalanges, pour être considérés comme les antagonistes ou les modérateurs des extenseurs des doigts (extenseurs des premières phalanges). — Quels sont donc les fléchisseurs réels des premières phalanges? C'est ce que l'expérimentation électro-physiologique établira bientôt.

178. Lorsque le fléchisseur profond se trouve déjà dans un état de relâchement, au moment où il entre en contraction, l'action de ce muscle sur la dernière phalange diminue considérablement et peut même être annulée. En effet, si ayant placé la main ou les doigts dans la flexion extrême, on fait contracter ce muscle, soit artificiellement, soit volontairement, on voit que les dernières phalanges s'infléchissent

à peine, et que plus souvent encore elles ne s'infléchissent pas sur la seconde phalange qui seule est entraînée dans la flexion sur la première. On constate aussi, dans cette expérience, que la flexion de la seconde phalange sur la première s'exécute avec peu d'énergie, et exige de grands efforts ; la contraction musculaire est alors douloureuse.

179. C'est sans doute pour prévenir ce relâchement des fléchisseurs des doigts, et pour mettre ces derniers dans les meilleures conditions de force, que les muscles extenseurs des premières phalanges (extenseurs des doigts) se contractent synergiquement, sitôt que la volonté envoie une excitation nerveuse aux fléchisseurs des dernières phalanges.

L'étude du mécanisme de la flexion volontaire des deux dernières phalanges démontre que, pendant ce mouvement de flexion, la première phalange se place involontairement dans l'extension, si cette phalange se trouvait auparavant fléchie sur son métacarpien. Le degré de contraction de l'extenseur des premières phalanges est alors en raison directe de la force qui produit la flexion des deux dernières phalanges. C'est ainsi que se forme la griffe qui devient si puissante pour déchirer avec les ongles. — On n'oubliera pas que l'action synergique des extenseurs de la main augmente la puissance des fléchisseurs des deux dernières phalanges, et qu'elle leur est nécessaire.

Ces mouvements des phalanges en sens inverse sont nécessités par la plupart des usages de la main. On les observe, par exemple, lorsque les doigts dirigent la plume, le pinceau, le burin, etc. Je reviendrai sur le mécanisme de ces divers mouvements, à l'occasion des interosseux, des lombricaux et des muscles qui meuvent le pouce.

180. Si l'on tirait la dénomination des fléchisseurs su-

blime et profond de leur action propre, le fléchisseur sublime devrait être appelé *fléchisseur des deuxièmes phalanges*, et le fléchisseur profond, *fléchisseur des deux dernières phalanges.*

C. — **Muscles interosseux, lombricaux et de l'éminence hypothénar.**

181. L'excitation électrique de chacun des interosseux de la main produit successivement trois mouvements : 1° à un courant modéré, le doigt est porté dans l'adduction ou dans l'abduction (suivant la position spéciale du muscle soumis à la faradisation); 2° à un courant plus fort, la troisième et la deuxième phalange s'étendent sur la première; 3° en même temps que ce dernier mouvement a lieu, la première phalange s'infléchit sur le métacarpien.

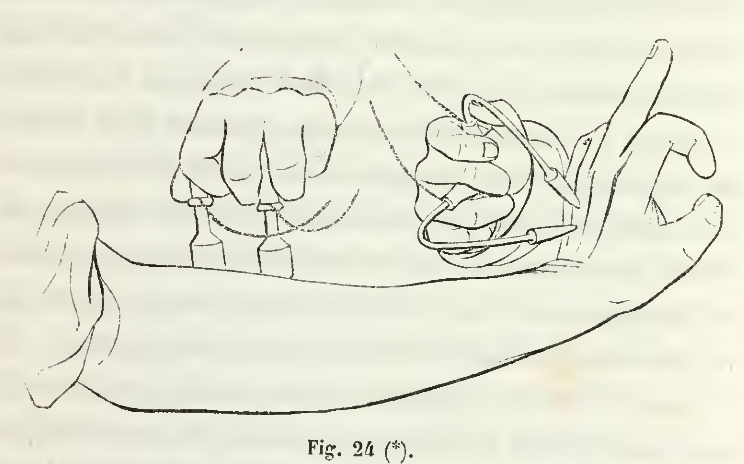


Fig. 24 (*).

La contraction des lombricaux exerce les deux derniers mouvements, c'est-à-dire l'extension des deux dernières phalanges, et la flexion de la première.

Des quatre lombricaux, le premier est le seul qui produise

(*) Cette figure est destinée à montrer que, pendant l'extension de la première phalange du médius, sous l'influence de la faradisation du faisceau qui provenant de l'extenseur commun des doigts se rend à ce médius, la faradisation de l'interosseux adducteur de ce doigt étend ses deux dernières phalanges.

l'abduction du doigt, et encore ce mouvement est-il très-limité.

182. Les interosseux et les lombricaux produisent l'extension des deux dernières phalanges avec une telle énergie, qu'ils doivent à l'avenir en être considérés comme leurs extenseurs réels, les muscles extenseurs qui viennent de l'avant-bras n'en étant que des accessoires très-faibles. Voici une expérience qui établit ce fait d'une manière incontestable.

Après avoir limité l'excitation électrique dans le faisceau qui, provenant de l'extenseur commun des doigts, se rend au médius, et pendant que la première phalange de ce doigt est seule étendue par la contraction de ce faisceau, si l'on pose d'autres rhéophores au niveau de l'interosseux adducteur du médius, on voit, sous l'influence de cette excitation de l'interosseux, les deux dernières phalanges du médius s'étendre à l'instant sur la première phalange déjà étendue sur son métacarpien. On peut obtenir ainsi l'extension des deux dernières phalanges des autres doigts, en faisant contracter alternativement chaque muscle interosseux et lombrical, pendant que l'on maintient, comme dans la figure 23, les premières phalanges relevées sur les métacarpiens.

Il est facile de constater, par la faradisation, que les interosseux et les lombricaux fléchissent les premières phalanges des doigts avec plus d'énergie que les fléchisseurs sublime et profond, qui, je l'ai prouvé déjà, ne concourent que faiblement à la production de ce mouvement. Mais l'observation clinique seule fera comprendre l'importance de cette fonction des interosseux ou des lombricaux, comme les seuls muscles qui puissent faire équilibre à la force tonique des extenseurs des doigts qui tendent à renverser les premières phalanges sur les métacarpiens.

183. Les muscles interosseux qui éloignent les doigts du bord cubital de la main, exécutent ce mouvement d'abduction plus complétement que ceux qui sont chargés de les en rapprocher. D'un autre côté, les interosseux qui produisent l'adduction des doigts avec moins d'énergie, étendent davantage et avec plus de force les deux dernières phalanges sur les premières.

L'extension des deux dernières phalanges par les deux interosseux d'un doigt est donc produite de chaque côté avec une force inégale, c'est-à-dire que l'interosseux abducteur agit sur cette extension beaucoup plus faiblement que l'adducteur. Serait-ce pour rétablir le parallélisme des forces nécessaires à ce mouvement d'extension des doigts, que les lombricaux, qui sont puissamment extenseurs des deux dernières phalanges, sans produire l'abduction, viendraient unir leur action à celle des interosseux abducteurs ?

184. J'ai établi expérimentalement que la puissance des muscles dits extenseurs des doigts est limitée à la production de l'extension des premières phalanges et qu'elle est insuffisante pour vaincre la résistance tonique que les fléchisseurs des doigts opposent à l'extension des deux dernières. C'est aux interosseux et aux lombricaux seuls qu'il a été donné de vaincre cette résistance et de rétablir l'équilibre entre ces deux forces toniques antagonistes.

185. Les interosseux et les lombricaux ne peuvent étendre les deux dernières phalanges, sans fléchir les premières, et *vice versâ*.

Il faut qu'il existe une disposition anatomique bien ingénieuse pour que ces muscles soient capables d'exécuter en même temps deux mouvements opposés, avec une aussi grande force. Ce n'était certes pas avec les notions anato-

miques qui avaient cours dans l'enseignement qu'on pouvait expliquer ce fait physiologique.

Sans en rechercher actuellement la raison anatomique, je me borne, pour le moment, à en faire comprendre l'utilité et l'importance, au point de vue de la mécanique des principaux mouvements de la main, et à faire ressortir les avantages de l'indépendance mutuelle des mouvements d'extension des deux dernières phalanges et de flexion des premières, et *vice versâ*.

186. J'ai déjà dit que les usages de la main, qui nécessitent ces mouvements en sens inverse des premières et des deux dernières phalanges, sont très-nombreux, et qu'ils sont les plus importants chez l'écrivain, le dessinateur, le peintre, le ciseleur, etc. Si l'on analyse, par exemple, les mouvements exécutés par le dessinateur, alors qu'il tient son crayon entre le pouce et les deux premiers doigts, on observe deux mouvements principaux, dont l'un dirige le trait d'avant en arrière, et dont l'autre le conduit dans un sens opposé. Je vais décomposer ces deux mouvements et en exposer le mécanisme.

1° *Mouvement qui dirige le trait d'avant en arrière.* — Les deux dernières phalanges des doigts qui doivent conduire le crayon, sont d'abord étendues sur les premières phalanges, celles-ci étant fléchies presque à angle droit sur leurs métacarpiens; si alors on veut tracer le trait d'avant en arrière, les deux dernières phalanges de l'index et du médius s'infléchissent sur les premières, en même temps que celles-ci s'étendent sur les métacarpiens.

Le maximum d'étendue de ce trait est, terme moyen, de 4 à 5 centimètres chez l'adulte. Il est dû en grande partie au mouvement d'extension des premières phalanges; car si l'on

s'oppose à ce dernier mouvement, en maintenant les premières phalanges fléchies sur les métacarpiens, l'étendue du trait ne va pas au delà de 1 centimètre et demi à 2 centimètres (ce fait sera complétement établi par les faits cliniques).

Le mouvement que je viens d'analyser est produit par la contraction synergique de quelques faisceaux des fléchisseurs et des extenseurs des doigts. Si, comme on l'a pensé jusqu'à ce jour, ces derniers muscles agissaient sur les trois phalanges avec une égale énergie, ou si les fléchisseurs sublime et profond fléchissaient les trois phalanges avec la même puissance, cette contraction synergique ne pourrait se faire, sans avoir à vaincre un antagonisme considérable. En effet, les extenseurs des doigts ne pourraient étendre les premières phalanges, sans s'opposer à la flexion des deux dernières; d'un autre côté, la flexion de celles-ci gênerait l'extension de la première.

Je ne crois pas que, dans de telles conditions, les mouvements en sens inverse des trois phalanges auraient pu être exécutés; et en admettant qu'ils eussent été possibles, l'antagonisme musculaire aurait alors nécessité tant d'efforts de contraction, que les doigts en auraient perdu, à coup sûr, leur légèreté et leur dextérité.

Mais cet antagonisme entre les fléchisseurs et les extenseurs des doigts n'existe heureusement pas; car il ressort des expériences électro-physiologiques exposées ci-dessus (et l'observation clinique l'établira encore mieux) que les phalanges jouissent d'une parfaite indépendance dans leurs mouvements en sens inverse : les extenseurs des doigts n'ayant d'action réelle que sur les premières phalanges et les fléchisseurs sublime et profond ne s'opposant pas à l'extension de ces premières phalanges.

Ces considérations démontrent donc que si ces muscles avaient possédé réellement l'action qu'on leur a attribuée, les usages de la main auraient été très-restreints.

2° *Mouvement qui conduit le trait d'arrière en avant.* — Le mécanisme du mouvement qui conduit le trait d'arrière en avant, est l'opposé de celui que je viens d'analyser, c'est-à-dire que, pour exécuter ce mouvement, les premières phalanges qui sont dans l'extension, s'inclinent sur les métacarpiens, et que les dernières phalanges qui sont dans la flexion, s'étendent sur les premières.

Ce que j'ai dit plus haut de la longueur du trait tracé par le mouvement précédent est, on le conçoit, parfaitement applicable à celui dont j'expose actuellement le mécanisme.

Les muscles extenseurs des doigts et fléchisseurs sublime et profond sont complétement étrangers au mouvement qui conduit le trait d'arrière en avant; ce sont les interosseux et les lombricaux qui exécutent ce mouvement.

L'expérience électro-physiologique suivante démontre ce fait d'une manière incontestable. Les dernières phalanges des doigts et du pouce, qui tiennent le crayon, étant infléchies le plus possible, tandis que les premières phalanges sont dans l'extension, on place les rhéophores sur les interosseux ou sur les lombricaux de l'index ou du médius, et l'on voit les doigts pousser ce crayon irrésistiblement en avant, chacune de leurs phalanges exécutant les mouvements propres de ces muscles, mouvements décrits plus haut. Si, dans cette expérience, les muscles de l'éminence thénar sont faradisés en même temps que les interosseux et les lombricaux, le pouce suit exactement les mouvements des doigts. (Je reviendrai sur le mécanisme de ces mouvements du pouce et de son métacarpien.) — Si, au contraire, le crayon étant main-

tenu entre les doigts, comme dans l'expérience précédente, on excite en même temps l'extenseur commun isolément, ou l'extenseur commun et le fléchisseur profond simultanément, les premières phalanges se renversent sur les métacarpiens, tandis que les dernières se fléchissent encore davantage, et le crayon tombe des doigts.

Possédant la connaissance exacte de l'action individuelle des muscles qui meuvent les phalanges, j'ai pu étudier mieux qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, le mécanisme des mouvements des doigts, dans d'autres usages de la main, par exemple, chez les instrumentistes. Malgré tout l'attrait que présentent ces études utiles, je me vois forcé d'y renoncer pour le moment, dans la crainte de donner trop d'extension à ces recherches.

### § II. — Physiologie pathologique.

A. — L'observation clinique démontre, comme l'expérimentation électro-physiologique, que l'extension des deux dernières phalanges, produite par les muscles extenseurs commun et propres des doigts est nulle physiologiquement, et que cette fonction est exercée par d'autres muscles.

Au début de mes recherches électro-cliniques, j'avais déjà remarqué que les sujets dont les extenseurs des doigts étaient paralysés consécutivement, par exemple, à l'intoxication saturnine, pouvaient cependant encore étendre les deux dernières phalanges, et qu'ils avaient seulement perdu la faculté d'étendre les premières ; j'en avais déduit, contrairement aux données anatomiques enseignées jusqu'alors, la proposition que je viens de formuler en tête de ce paragraphe, et dont j'ai pu démontrer publiquement l'exactitude sur un grand nombre de sujets, sans rencontrer une seule exception.

187. Voici l'expérience électro-clinique qui établit que,

malgré la paralysie des extenseurs des doigts, l'extension des deux dernières phalanges des doigts est aussi complète qu'à l'état normal. On sait que, consécutivement à la paralysie des extenseurs des doigts, les premières phalanges tombent infléchies sur le métacarpe, et que, dans cette attitude, l'extension des dernières phalanges paraît très-limitée, surtout si la main est aussi dans la flexion, par suite de la paralysie de ses



Fig. 25 (*).

extenseurs. Or, si ayant maintenu relevés, autant que possible, les premières phalanges et le poignet, pour remplacer l'action des extenseurs paralysés, comme dans la figure 25, on dit au malade d'étendre et de fléchir alternativement les deux dernières phalanges, on remarque que celles-ci s'étendent aussi complétement et avec autant de force que si la paralysie des extenseurs des doigts n'existait pas.

Tanquerel des Planches a écrit qu'à la suite de la paralysie de leurs extenseurs, les doigts ne peuvent exécuter le plus

(*) Cette figure est destinée à montrer comment il faut maintenir dans l'extension les premières phalanges des sujets dont les extenseurs des doigts sont paralysés, lorsque l'on veut prouver qu'ils peuvent alors étendre volontairement les deux dernières phalanges de ces doigts sur les premières, malgré cette paralysie.

léger mouvement d'extension (1). Il avait raison, s'il entendait parler des premières phalanges. Quant aux dernières phalanges, il a été trompé évidemment par les apparences; l'expérience précédente le démontre.

B. — C'est grâce à l'intégrité des interosseux et des lombricaux, que l'extension des deux dernières phalanges est conservée, malgré la paralysie des extenseurs commun et propre des doigts.

188. La démonstration de la proposition formulée ci-dessus est maintenant des plus faciles, puisque j'ai établi expérimentalement que les extenseurs des doigts n'ont d'action physiologique que sur les premières phalanges (voy. 172), et que les interosseux sont les véritables extenseurs des deux dernières (voy. 181 et 182). Mais comme je prévois que cette dernière proposition, — paradoxale au premier abord, — rencontrera beaucoup d'opposition, je ne saurais trop en multiplier les preuves. C'est pourquoi je vais rapporter une expérience électro-pathologique qui est la contre-épreuve de l'expérience clinique rapportée ci-dessus (187), et qui établira les faits que j'ai avancés d'une manière incontestable.

Si l'on dirige l'excitation électrique sur un extenseur des doigts atteint de paralysie saturnine, on constate que ce muscle ne se contracte pas (2) et que les phalanges ne font aucun mouvement. Si ensuite les interosseux sont faradisés à leur tour, les deux dernières phalanges s'étendent énergiquement, quel que soit le degré d'extension dans lequel on maintienne les premières phalanges et le métacarpe.

(1) Tanquerel des Planches, *Traité des maladies de plomb*. Paris, 1839, t. II, p. 19.

(2) J'ai établi que dans la paralysie saturnine certains muscles paralysés ont perdu en tout ou en partie leur contractilité électrique, et j'en ai fait un signe diagnostique (voy. *De l'électrisation localisée*, 2[e] édit., p. 308).

Ce n'est pas seulement dans la paralysie saturnine que l'on peut constater que les interosseux étendent les deux dernières phalanges, lorsque les extenseurs commun et propres des doigts ont perdu leur action. Très-fréquemment j'ai eu l'occasion de démontrer cliniquement ces phénomènes sur des sujets frappés de paralysies partielles des muscles de l'avant-bras, consécutivement, soit à la lésion des nerfs qui les animent, soit à une affection rhumatismale, soit enfin à l'atrophie musculaire graisseuse progressive.

189. Les pathologistes, trompés par les apparences, ont pu croire à l'existence de la paralysie des interosseux, alors même que les extenseurs des doigts étaient seuls affectés, parce que, dans ces cas, l'écartement des doigts est difficile et très-limité. Tanquerel des Planches a commis cette erreur de diagnostic, quand il a écrit que les extenseurs des doigts, leurs abducteurs et leurs adducteurs (les interosseux) étaient paralysés, consécutivement à l'intoxication saturnine : « A l'état de repos, dit-il, les doigts sont alors fléchis à angle droit sur le métacarpe, les dernières phalanges sont inclinées légèrement sur les secondes; leur écartement, c'est-à-dire *leur mouvement d'abduction et d'adduction*, *est incomplet* (1). »

Je ne vois, dans cette description, que les signes caractéristiques de la paralysie des extenseurs des doigts; car la difficulté qu'éprouvent alors les malades pour exécuter les mouvements d'écartement des doigts, dépend uniquement de l'attitude défavorable qu'affectent les premières phalanges, à la suite de la paralysie de ces extenseurs. En voici la preuve. Que chez un sujet sain on maintienne les premières phalanges fléchies à angle droit sur le métacarpe, ainsi qu'on l'observe

(1) Tanquerel des Planches, *loc. cit.*, t. II, p. 50.

dans la paralysie des extenseurs commun et propres des doigts, à l'instant l'écartement de ses doigts devient aussi faible, aussi limité que chez les sujets dont les extenseurs des doigts ne peuvent plus se contracter. On peut, d'ailleurs, constater chez les sujets dont les extenseurs des doigts sont paralysés et qui écartent faiblement les doigts, lorsque les premières phalanges sont fléchies, que les muscles interosseux jouissent cependant de tous leurs mouvements. En effet, si, suppléant à l'action de leurs extenseurs paralysés, on relève les premières phalanges sur les métacarpiens, et que l'on maintienne les doigts étendus sur un plan horizontal, à l'instant l'écartement ou le rapprochement des doigts se fait tout aussi bien qu'à l'état normal. Dans les cas cités par Tanquerel des Planches, comme exemples de paralysie interosseux, les malades écartaient encore les doigts légèrement, malgré la flexion des premières phalanges; si son diagnostic eût été exact, ces mouvements auraient été complétement abolis, ainsi que je l'ai toujours observé.

L'exploration électro-musculaire démontre, d'ailleurs, que, dans tous ces cas de paralysie saturnine, les interosseux sont sains; car tandis que les muscles extenseurs ont perdu leur irritabilité, on constate que ces interosseux faradisés font mouvoir les doigts latéralement, comme le fait la volonté des malades.

C. — Le défaut d'action des extenseurs commun et propres des doigts rend difficile et incomplète la flexion des deux dernières phalanges; il occasionne un grand trouble fonctionnel dans l'usage de la main, chez les écrivains, les peintres, les dessinateurs, etc. — Ces faits cliniques démontrent la nécessité des mouvements en sens inverse de flexion ou d'extension des premières phalanges et des deux dernières phalanges, pour l'usage de la main.

190. Consécutivement à la paralysie ou à l'atrophie des

extenseurs commun et propres des doigts, surtout lorsqu'à ces affections se joint celle des extenseurs de la main, la flexion des dernières phalanges sur les secondes devient difficile, sinon impossible. Dans ces cas, la main reste constamment infléchie sur l'avant-bras, et les premières phalanges sont inclinées sur les métacarpiens. Si alors le malade vient à fermer la main, les secondes phalanges s'infléchissent sur les premières, et les troisièmes phalanges restent dans l'extension ; la pulpe des doigts s'applique sur la partie moyenne des régions thénar et hypothénar. La flexion des secondes phalanges se fait même sans force ; on peut le constater alors, en se faisant serrer la main par le malade.

L'impossibilité ou la difficulté de fléchir les troisièmes phalanges et l'affaiblissement du mouvement de flexion des secondes sont dans ces cas, uniquement, le résultat du raccourcissement dans lequel les fléchisseurs sublime et profond se trouvent placés, par le fait de l'attitude de flexion de la main et des premières phalanges. Si l'on maintient, en effet, la main et les premières phalanges étendues, le sujet peut fléchir ses dernières phalanges sur les secondes, comme à l'état normal, et fermer sa main avec plus de force, par la contraction de ses fléchisseurs sublime et profond.

Ces faits cliniques confirment ma théorie sur le mécanisme des mouvements de flexion des deux dernières phalanges des doigts, flexion qui, physiologiquement, nécessite l'extension des premières phalanges par la contraction synergique des extenseurs des doigts. Cette théorie a été exposée précédemment (voy. 178, 179).

191. La paralysie des extenseurs des doigts n'empêche pas les malades d'écrire en petits caractères ; ils peuvent, à la rigueur, tracer des lettres d'un centimètre à un centi-

mètre et demi, mais ils éprouvent alors une gêne considérable. Les dessinateurs, les peintres (1), perdent, avec l'usage de leurs extenseurs des doigts, le pouvoir d'exercer leur profession.

La connaissance du mécanisme des mouvements exécutés par les phalanges des doigts qui dirigent la plume, le pinceau ou le crayon, etc., rend parfaitement compte de ces troubles fonctionnels. On se rappelle, en effet, qu'il résulte de mes expériences électro-physiologiques que, chez l'adulte, le trait tracé par les doigts qui conduisent le crayon, la plume, le pinceau, et dont le maximum est, terme moyen, de 5 centimètres, est dû, en grande partie, au mouvement d'extension ou de flexion des premières phalanges. Il est clair que, si les premières phalanges restent immobiles par suite de la paralysie des extenseurs des doigts, la longueur du trait sera nécessairement très-limitée. C'est pourquoi les sujets privés de l'action de ces muscles écrivent encore très-facilement en petits caractères, tandis que les peintres, les dessinateurs, ne peuvent plus manier le pinceau ou le crayon avec la même habileté (2).

D. — Le défaut d'action des fléchisseurs sublime et profond n'empêche pas la flexion des premières phalanges qui se fait alors avec force par les interosseux et les lombricaux; tandis que, lorsque ceux-ci sont paralysés, la flexion des premières phalanges est nulle.

Mes recherches électro-physiologiques ont établi que les fléchisseurs sublime et profond agissent faiblement sur les

(1) Il n'est pas ici question des peintres en bâtiments, qui peuvent tenir encore très-solidement leur brosse dans la main, et s'en servent très-habilement, pourvu que l'extension du poignet soit conservée.

(2) Les sujets qui ne jouissent plus des mouvements de flexion ou d'extension des phalanges, sont forcés d'écrire, de dessiner ou de peindre, en faisant exécuter des mouvements au bras ou à l'avant-bras.

premières phalanges, tandis que les interosseux et les lombricaux fléchissent ces premières phalanges avec plus d'énergie. Ce fait est encore mieux démontré par l'observation clinique. En voici un exemple :

192. Un homme atteint d'atrophie musculaire progressive avait perdu un grand nombre de muscles. Quand il ne faisait aucun mouvement volontaire, c'est-à-dire à l'état de repos, les deux dernières phalanges de son index et de son médius conservaient une attitude d'extension, et étaient même renversées sur les premières phalanges, qui étaient, au contraire, demi-fléchies sur le métacarpe. Les mouvements d'extension et de flexion volontaires des premières phalanges de son index et de son médius étaient conservés; mais la flexion des deux dernières phalanges de ces doigts ne pouvait être obtenue ni par la volonté, ni par la faradisation. Il était donc évident qu'ici les faisceaux fléchisseurs profond et sublime de l'index et du médius, n'exerçaient plus aucune action appréciable sur les deux dernières phalanges, et, en conséquence, que les premières phalanges ne se trouvaient plus sous leur influence. — Quels étaient donc les muscles qui fléchissaient alors les premières phalanges de ces doigts? En plaçant les rhéophores sur les interosseux ou sur les lombricaux de l'index et du médius, on constatait que c'était la contraction de ces petits muscles, qui produisait la flexion des premières phalanges, malgré l'atrophie des faisceaux des fléchisseurs sublime et profond. Pour juger de la puissance des interosseux et des lombricaux, comme fléchisseurs des premières phalanges, je plaçai entre le pouce et les deux premiers doigts du malade mes doigts réunis en faisceau, et l'engageai à les serrer avec force; alors, je sentis que ma main était assez fortement pressée. D'ailleurs il portait des corps

très-pesants avec ses premières phalanges infléchies. Combien de faits analogues à celui-ci, je pourrais, au besoin, rapporter ici!

J'établirai plus loin (F, p. 185), par des faits cliniques, que les fléchisseurs sublime et profond n'exercent qu'une action infiniment faible sur les premières phalanges, — si toutefois physiologiquement cette action existe.

**E. — Les troubles fonctionnels graves que l'on observe dans les usages de la main, consécutivement à l'abolition de l'action des fléchisseurs sublime et profond, font ressortir le degré d'utilité de ces muscles.**

Ceux qui ont observé les conséquences déplorables du défaut d'action des fléchisseurs sublime et profond peuvent se faire une idée du degré d'utilité de ces muscles.

193. L'affaiblissement du fléchisseur profond gêne déjà et même annule certaines fonctions. J'ai été consulté par une pianiste chez laquelle l'atrophie musculaire progressive débutait par les fléchisseurs profonds. Elle avait conservé une grande force dans les mouvements des deux premières phalanges digitales ; sa main possédait toute son agilité, mais elle ne pouvait tirer de son piano que des sons faibles, parce que les dernières phalanges digitales se renversaient sur les secondes, lorsque ses doigts appuyaient sur les touches. Pour tenir solidement une plume ou une aiguille, elle devait les placer entre le pouce et les deuxièmes phalanges de l'index et du médius. Plus tard, lorsque l'action du fléchisseur profond fut entièrement détruite, cette artiste ne put tirer le moindre son de son piano sans appuyer sur les touches avec ses deuxièmes phalanges; en un mot, l'usage de sa main était très-restreint.

194. Les troubles fonctionnels sont bien plus graves encore, lorsque les fléchisseurs sublime et profond ont perdu de leur action.

En 1862, M. le professeur X..., qui occupait à Saint-Pétersbourg, la plus haute position dans l'enseignement médical, vint me prier d'analyser les mouvements de sa main gauche, dont les deux dernières phalanges digitales et la seconde phalange du pouce avaient perdu les mouvements de flexion, consécutivement à la section des tendons fléchisseurs, pratiquée dans la paume de la main, — opération de ténotomie sur laquelle je reviendrai bientôt.

Pendant la contraction électrique de ces muscles, contraction qui était énergique, je sentis à l'avant-bras leurs tendons glisser sous mes doigts de bas en haut, sans que les phalanges en éprouvassent le moindre mouvement. Il était évident que leur extrémité inférieure était libre. — Les interosseux et les autres muscles situés à la main possédaient leurs mouvements normaux. Les doigts et le pouce de M. X..., toujours étendus, ne pouvaient se mouvoir que dans l'articulation métacarpo-phalangienne. Je constatai alors que cette flexion des premières phalanges (exécutée, par les interosseux et par la plupart des muscles des éminences thénar et hypothénar) possédaient leur force normale. M. X... me dit, en effet, qu'il pouvait porter un poids considérable, pourvu qu'il fût supporté par ses premières phalanges infléchies. — *Mais la plus légère pression exercée sur la face antérieure de ses deux dernières phalanges ou sur la deuxième du pouce produisait leur renversement en arrière, sans qu'il pût s'y opposer. Il en résultait qu'il ne pouvait rien tenir entre les deux phalanges des doigts et la dernière phalange du pouce; ce qui annulait presque tous les usages de sa main* (1).

(1) La perte du long fléchisseur du pouce aggravait singulièrement le défaut d'action des fléchisseurs sublime et profond, car si la flexion de la deuxième phalange du pouce eût été intacte, il m'eût été facile de lui

F. — L'observation clinique établit que si la force tonique des fléchisseurs sublime et profond ne modérait pas celle que les interosseux exercent sur les deux dernières phalanges, celles-ci s'inclineraient sur les premières en sens inverse de leur flexion naturelle ; ce qui démontre l'utilité de la force tonique des fléchisseurs sublime et profond au point de vue de la conservation de l'attitude normale des deux dernières phalanges.

195. Par la prédominance normale de leur force tonique, les fléchisseurs sublime et profond maintiennent, pendant le repos musculaire, les deux dernières phalanges un peu inclinées sur les premières; mais viennent-ils à s'atrophier, ces deux dernières phalanges, obéissant à la force tonique des interosseux, s'étendent sur les premières phalanges, quand la main est au repos, d'autant plus que l'atrophie est plus avancée.

Lorsque les fléchisseurs sublime et profond sont entièrement atrophiés, non-seulement les deux dernières phalanges restent constamment dans l'extension, mais elles se renversent en outre sur leur face dorsale. Alors la force tonique des interosseux, qui n'est plus modérée par celle des fléchisseurs sublime et profond, augmente nécessairement cette courbure postérieure, et l'on voit, à la longue, l'extrémité inférieure des deux dernières phalanges faire saillie et se subluxer en avant.

196. Le fléchisseur sublime est-il seul atrophié, la deuxième

rendre certains usages principaux de la main, à l'aide de moyens prothétiques à forces élastiques, comme le cas suivant : un homme qui avait perdu, à la suite d'une blessure, la flexion des deux dernières phalanges de l'index et du médius, ne pouvait plus rien tenir entre son pouce et ses doigts. Je lui ai fait porter un gant sur lequel étaient cousus, d'après mon système de prothèse physiologique, des fléchisseurs artificiels de l'index et du médius, à l'aide desquels il pouvait écrire et exécuter bien des travaux manuels. J'ai exposé les principes de cette prothèse physiologique dans la seconde édition de mon livre *De l'électrisation localisée*, page 828.]

phalange est renversée sur la première, tandis que la troisième est infléchie sur la deuxième par la force tonique du fléchisseur profond. — La figure 26 représente un exemple de cette déformation de l'articulation de la deuxième phalange du médius et de l'annulaire, consécutivement à cette atrophie limitée aux faisceaux du fléchisseur sublime destinés à ces deux doigts. J'ai vu aussi la troisième phalange se renverser sur la seconde consécutivement à la perte du fléchisseur profond.

G. — Du défaut d'action des interosseux et des lombricaux résulte l'abolition presque complète des mouvements d'extension des deux dernières phalanges et de flexion des premières ; ce qui démontre, de même que l'expérimentation électro-physiologique, que physiologiquement ces muscles sont les seuls fléchisseurs des premières phalanges et les seuls extenseurs des deux dernières.

197. On se rappelle qu'il est ressorti de mes expériences électro-physiologiques que les interosseux et les lombricaux agissent puissamment sur les trois phalanges des doigts, en fléchissant les premières et en étendant les deux dernières. — D'un autre côté, l'observation clinique est venue confirmer ce fait, à savoir, que la perte des fléchisseurs sublime et profond ou des extenseurs des doigts n'abolit pas ces mêmes mouvements partiels des phalanges.

Cependant l'expérimentation électro-physiologique a semblé montrer que les extenseurs des doigts exercent sur les deux dernières phalanges une action semblable à celle des interosseux. On doit, en effet, se rappeler que sous l'influence de l'excitation électrique, les extenseurs commun et propres des doigts produisent également un mouvement d'extension encore assez grand des deux dernières phalanges, puisqu'ils peuvent placer les doigts et le métacarpe dans une direction presque parallèle à l'avant-bras, et qu'ils ne perdent leur

action sur ces deux dernières phalanges qu'à l'instant où le métacarpe commence à se renverser sur le carpe et sur l'avant-bras (voy. 171). On a vu aussi que la contraction électrique des fléchisseurs sublime et profond entraîne, — faiblement, il est vrai, — les premières phalanges dans la flexion (voy. 175). On serait donc en droit de conclure de ces expériences, que ces muscles extenseurs et fléchisseurs des doigts peuvent suppléer, jusqu'à un certain point, les interosseux et les lombricaux, lorsque ces derniers viennent à être atrophiés ou paralysés.

Je vais démontrer par des faits cliniques, qu'au contraire, l'action physiologique des extenseurs propres et communs, sur les deux dernières phalanges, et des fléchisseurs sublime et profond sur les premières est extrêmement limitée, si même elle n'est pas nulle. Ces faits justifieront entièrement la proposition qui est le sujet de ce paragraphe, à savoir, que les interosseux sont en réalité les seuls fléchisseurs des premières phalanges, les seuls extenseurs des deux dernières phalanges,

Voici, en effet, les mouvements des doigts qui peuvent être encore obtenus après l'atrophie des interosseux et des lombricaux, lésion partielle qui est très-fréquente dans l'atrophie musculaire graisseuse progressive. Lorsque, dans ce cas, l'on dit au malade d'étendre ses doigts, ses *premières phalanges se placent seulement dans l'extension*, en se renversant sur le métacarpe, et ses *deux dernières phalanges*, *loin de s'étendre*, *s'infléchissent en raison directe des efforts d'extension*, comme dans la figure 27, qui représente la main d'un sujet dont les interosseux, les lombricaux et les muscles de l'éminence thénar étaient en partie atrophiés. En plaçant la main dans la flexion, ses deux dernières phalanges ne

paraissaient pas mieux s'étendre. S'il voulait fermer sa main, ses deux dernières phalanges se fléchissaient avec force, mais ses *premières s'inclinaient à peine sur son métacarpe;* aussi serrait-il mollement les objets qu'on lui plaçait dans la main.

Lorsque la lésion des interosseux est ancienne, les troubles

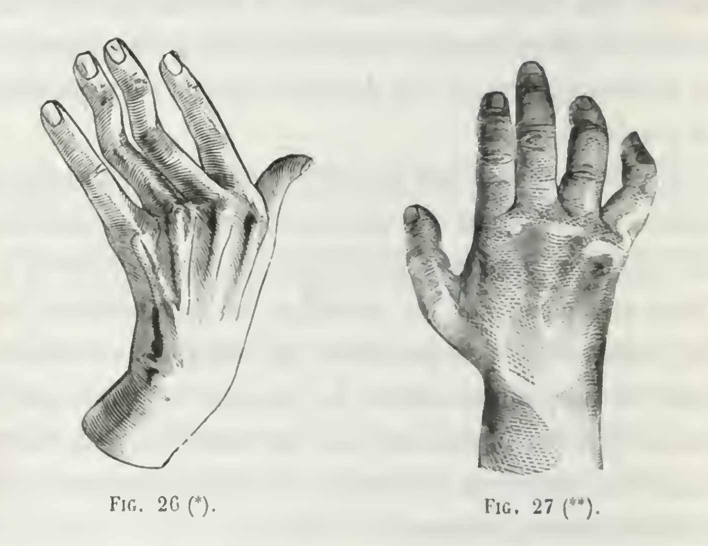


Fig. 26 (*). Fig. 27 (**).

fonctionnels observés, pendant les mouvements d'extension volontaire des doigts, sont bien plus prononcés (voyez les figures 29 et 30).

J'ai même vu, dans un cas de paralysie complète et très-

(*) Main d'un sujet dont les faisceaux du fléchisseur sublime, qui se rendent au médius et à l'annulaire, sont atrophiés depuis une dizaine d'années. Les deuxièmes phalanges de ces doigts se sont renversées progressivement sur les premières, au point de se subluxer en avant, sous l'influence des interosseux qui sont extenseurs des deux dernières phalanges, tandis que leurs dernières phalanges ont été maintenues infléchies par le fléchisseur profond intact.

(**) Main d'un sujet dont les interosseux sont incomplétement atrophiés, et dont les doigts forment un peu la griffe, c'est-à-dire que ses premières phalanges se renversent sur ses métacarpiens, tandis que ses deux dernières s'infléchissent sur les premières, au moment où il veut étendre ses doigts parallèlement à ses métacarpiens Ce sujet ne peut en outre rapprocher ses doigts les uns des autres.

ancienne du nerf cubital, que l'extrémité inférieure des deuxièmes phalanges se subluxait en avant sur l'extrémité supérieure des premières phalanges, jusqu'à la partie moyenne de leur face antérieure.

198. Les individus dont les interosseux sont atrophiés ne peuvent serrer fortement les objets qu'ils tiennent dans la main. Alors, pour augmenter la force des fléchisseurs sublime et profond, les seuls qui se contractent, quand ils ferment la main, ils augmentent instinctivement l'extension de celle-ci, et cela d'autant plus qu'ils veulent serrer avec plus de force. De cette façon, on le conçoit, les fléchisseurs étant placés dans une plus grande élongation, leur contraction devient plus puissante. C'est un nouvel exemple de ces admirables combinaisons musculaires synergiques qui, auxiliaires précieux, viennent augmenter la puissance de certains muscles, dès qu'ils ont à déployer une grande force, ou s'ils sont affaiblis. Il a déjà été question de cette espèce de synergie musculaire (voy. 158).

199. En résumé, impuissance plus ou moins grande des extenseurs commun et propres des doigts sur les deux dernières phalanges et des fléchisseurs des doigts sur les premières phalanges, en raison du degré de paralysie ou d'atrophie des interosseux et des lombricaux, tels sont les phénomènes que j'ai constatés dans un grand nombre d'atrophies de ces muscles, phénomènes qui seront mis en lumière d'une manière encore plus évidente par les observations qui seront relatées dans le paragraphe suivant.

Les faits qui viennent d'être exposés font sentir la nécessité de contrôler l'expérimentation électro-physiologique par l'observation clinique ; ils ont démontré, en effet, que l'excitation électrique des muscles fléchisseurs et extenseurs produit des

mouvements plus étendus que la volonté, dans les conditions normales.

II. — Le défaut d'action des interosseux et des lombricaux occasionne des désordres et des changements considérables dans l'attitude des phalanges des doigts, pendant le repos musculaire ; ce qui démontre l'utilité de la force tonique de ces muscles, au point de vue de l'attitude des phalanges, c'est-à-dire qu'ils sont les seuls modérateurs toniques des extenseurs commun et propres, pour les premières phalanges, et des fléchisseurs sublime et profond pour les deux dernières.

200. A l'état de repos, les phalanges des doigts s'inclinent très-légèrement les unes sur les autres et sur les métacarpiens (voyez les figures 34 et 35). Cette attitude des doigts résulte d'un certain équilibre entre les forces qui tendent à maintenir ces phalanges dans la flexion ou dans l'extension, sous l'influence de la force tonique des muscles qui agissent sur elles.

Dès l'instant où les muscles interosseux et lombricaux commencent à s'atrophier, cet équilibre est rompu, et les phalanges prennent une attitude vicieuse spéciale. Alors, en effet, pendant le repos musculaire, les premières phalanges restent plus ou moins étendues sur les métacarpiens, et cela en raison directe du degré d'atrophie, ou, en d'autres termes, du degré de diminution de la force tonique des interosseux ; en même temps, les deux dernières phalanges s'inclinent, à des degrés divers, sur les premières, sous l'influence de la même cause ; enfin la main prend la forme d'une griffe qui se prononce encore davantage sous l'influence des efforts d'extension volontaire.

En résumé, dans l'intervalle des contractions volontaires, les doigts ne reprennent pas leur attitude normale ; les premières phalanges se placent dans une direction presque paral-

lèle aux métacarpiens, et les deux dernières phalanges restent dans un état de flexion forcée.

201. Les muscles interosseux n'étaient pas entièrement détruits chez le sujet dont la main est représentée dans la figure 27 ; je m'en étais assuré par la faradisation localisée ; ils possédaient encore un reste de contractilité tonique qui modérait, quoique faiblement, l'action exagérée des extenseurs des premières phalanges et des fléchisseurs des deux dernières. Aussi ne saurait-on, d'après ce fait clinique, se faire une idée exacte du degré de difformité dont la main peut être affligée, lorsqu'elle a été longtemps et entièrement privée de l'action de ses interosseux et de ses lombricaux.

202. Dans ce dernier cas, ce n'est plus seulement une simple difformité de la main que l'on observe, c'est la déformation des surfaces articulaires ou des liens ligamenteux, désordres graves qui privent complétement les malades de l'usage de leurs mains. J'en vais rapporter un exemple choisi chez un jeune homme, nommé Albert Musset, dont les muscles de la main avaient été paralysés et atrophiés depuis quatre ans, consécutivement à une blessure qu'il s'était faite à la partie antérieure et inférieure de l'avant-bras, et qui avait divisé son nerf cubital droit (1).

Voici les symptômes que j'observai avant son traitement : la main droite avait la forme d'une griffe des plus prononcées (voyez les figures 29 et 30) ; elle était presque complétement desséchée ; les espaces interosseux étaient profondément

(1) Voyez pour les détails de cette observation, également intéressante au point de vue pathologique et thérapeutique, à la page 211 de la première édition et à la page 201 de la seconde édition de mon livre *De l'électrisation localisée*. Paris, 1861.

creusés ; les éminences thénar et hypothénar étaient considérablement déprimées. On voyait, dans la paume de la main, les reliefs des tendons fléchisseurs et une saillie considérable de la tête des métacarpiens (B, fig. 30).

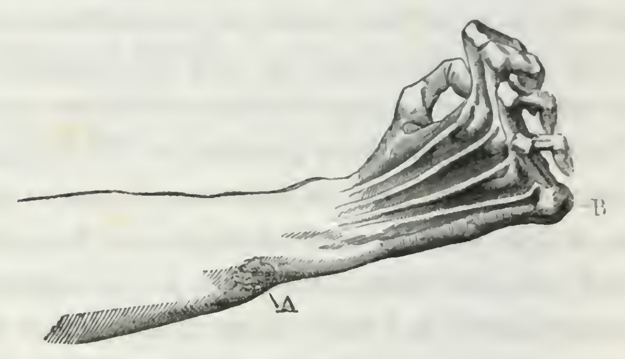



Fig. 29 (*).

Les deux dernières phalanges des doigts étaient constamment dans la flexion, mais elles pouvaient être étendues méca-

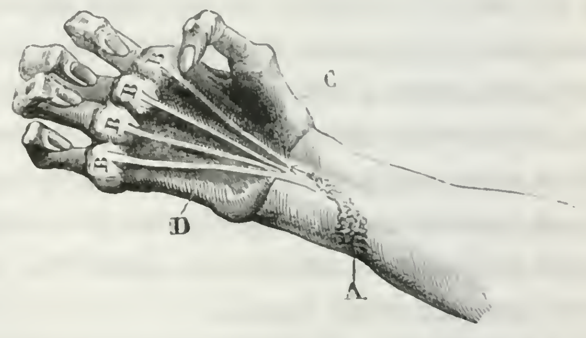



Fig. 30 (**).

(* et **) Main vue de face et de dos d'un nommé Musset, dont les muscles animés par le nerf cubital, avaient été paralysés et atrophiés consécutivement à l'arrachement de ce nerf, un peu au-dessus de l'extrémité inférieure et antérieure du cubitus (voyez la cicatrice A). Le renversement des premières phalanges sur les métacarpiens, et la flexion des deux dernières, par le fait de la paralysie complète et déjà ancienne des interosseux, donne à sa main la forme d'une griffe très-accentuée. Les premières phalanges ont été entraînées par l'extenseur commun dans une extension telle qu'elles se sont subluxées en arrière sur les métacarpiens, dont les têtes hypertrophiées font une saillie considérable dans la paume de la main (voy. B, fig. 28 et 29).

niquement sur les premières phalanges. — Celles-ci étaient renversées sur leurs métacarpiens, au point de présenter une semi luxation métacarpo-phalangienne en avant. Voulait-on fléchir mécaniquement ces phalanges, on éprouvait une résistance invincible qui paraissait due principalement à une hypertrophie antérieure de la tête des métacarpiens. Si l'on disait au malade d'étendre ses doigts, ses premières phalanges, déjà dans l'extension, se renversaient davantage sur ses métacarpiens, et la flexion de ses deux dernières phalanges s'exagérait encore. — L'écartement de ses doigts était impossible; les mouvements d'adduction et d'opposition de son pouce n'existaient pas. — L'avant-bras du côté malade étai un peu amaigri, et présentait, à la face antérieure et dans le point A, une cicatrice oblique de haut en bas et de dedans en dehors; elle était adhérente aux tendons sous-cutanés, et elle était tirée en haut ou en bas, lorsqu'on étendait ou lorsqu'on fléchissait les phalanges. — La flexion et l'extension du poignet étaient conservées, ainsi que les mouvements de pronation et de supination. — La sensibilité était considérablement diminuée sur la moitié interne de la main, dans le cinquième doigt et à la face interne du quatrième; enfin la main malade était très-sensible au froid, et au toucher, l'on constatait une diminution notable de la température.

Dans quelque point de la main que l'on appliquât les rhéophores, quelle que fût la force du courant, on ne pouvait produire aucun mouvement des doigts et du pouce. Si l'on faisait contracter individuellement les muscles de l'avant-bras, la cicatrice était tirée en haut par la contraction du cubital antérieur et des fléchisseurs des doigts.

203. Ce fait clinique aurait certainement paru inexplicable avant les recherches électro-physiologiques exposées dans ce

chapitre. Les physiologistes enseignent, en effet, que les extenseurs commun et propres des doigts et que les fléchisseurs sublime et profond sont, les premiers extenseurs, et les seconds fléchisseurs des trois phalanges. Or, si cette assertion était exacte, comment eût-il été possible, chez le malade dont je viens de rapporter l'observation, que les premières phalanges fussent entraînées par la seule puissance tonique des extenseurs des doigts, dans une extension telle, qu'il en résultât cette semi-luxation métacarpo-phalangienne et ces désordres graves de l'articulation, comment, dis-je, cette subluxation postérieure des premières phalanges était-elle possible, alors que les fléchisseurs des doigts, — les seuls qui soient connus dans l'enseignement, comme modérateurs de l'extension des phalanges, — avaient conservé leur action? J'en dirai autant de la flexion continue et forcée des deux dernières phalanges, flexion que les extenseurs commun et propres auraient dû empêcher, suivant les idées qui avaient cours dans la science? Avec les données fournies actuellement par l'électro-physiologie, rien n'est plus simple que l'explication de ces phénomènes pathologiques : la destruction des interosseux, dont l'action est aujourd'hui connue, en rend parfaitement raison.

204. La déduction pratique à tirer de ces faits physiologiques intéresse au plus haut degré certains points de la pratique chirurgicale. Les faits suivants vont le démontrer. Des praticiens éclairés, à qui j'avais montré le malade dont il vient d'être question, pensaient que la cicatrice située à la face antérieure de son avant-bras (A, fig. 29), à laquelle adhéraient les tendons des muscles divisés par l'instrument, pouvait bien être la cause unique de la flexion continue des deux dernières phalanges. L'examen de la paume de la main

donnait à cette opinion une apparence de vérité; car, lorsqu'on étendait mécaniquement les doigts, chaque tendon fléchisseur entraînait en haut la cicatrice et la peau à laquelle elle adhérait, en outre on voyait alors ce tendon saillir considérablement dans la paume de la main.

La déduction thérapeutique qui découlait de cette observation, c'était l'utilité de la ténotomie pratiquée dans la paume de la main; c'est, en effet, ce qui fut conseillé. Cette opération aurait eu des suites déplorables, comme on peut le prévoir d'après ce que l'on sait maintenant des fonctions des interosseux; on aurait, en effet, paralysé, à tout jamais, l'action des fléchisseurs sur les deux dernières phalanges, et celles-ci eussent été dès lors entièrement privées de mouvement.

205. Une observation que j'ai relatée (194), démontre la justesse de cette prévision exprimée en 1851, époque où j'ai écrit les lignes précédentes.

La personne, dont il est ici question, M. le professeur X..., avait eu la main paralysée à la suite d'une fracture de l'avant-bras. Les doigts de cette main avaient pris progressivement la forme d'une griffe; les deux dernières phalanges s'infléchissaient sur les premières, et celles-ci se renversaient sur les métacarpiens. Cette attitude des doigts qui annulait l'usage de la main, étant attribuée à la rétraction des fléchisseurs sublime et profond, la ténotomie en avait été pratiquée dans la paume de la main, et les doigts s'étaient redressés immédiatement.

Aux yeux de quelques chirurgiens, cette opération a été de prime abord un succès, et communiquée comme telle à l'Académie de médecine de Paris, où elle a provoqué une discussion mémorable à laquelle ont pris part les chirurgiens

et les physiologistes les plus célèbres de cette époque, qui la blâmaient généralement (1).

Il faut cependant reconnaître que l'attitude d'extension continue des deux dernières phalanges digitales, après la section de leurs tendons fléchisseurs, était assurément moins gênante que la griffe qui existait avant l'opération; alors la main pouvait encore rendre quelques services. Comparativement à l'état antérieur, c'était assurément une amélioration, mais une amélioration qui a coûté bien cher, car les tendons divisés dans la paume de la main ne s'étant pas réunis, la flexion des deux phalanges a été perdue à tout jamais.

Aujourd'hui une telle opération, faite dans des circonstances semblables, serait inexcusable; elle serait considérée comme une mutilation. On saurait que cette griffe de la main était produite par une paralysie des interosseux, et que le seul moyen de rétablir, dans un cas pareil, l'extension et la flexion alternative des trois phalanges, serait de guérir la paralysie de ces muscles ou du nerf qui les anime.

C'est, en effet, ce qui est arrivé chez M. le professeur X...; avec le temps, la paralysie de son nerf cubital a guéri spontanément. Ayant donné moi-même à ses doigts l'attitude de la griffe, en fléchissant ses deux dernières phalanges et en relevant ses premières, j'ai constaté qu'il pouvait mouvoir avec force ces phalanges en sens inverse, c'est-à-dire étendre ses deux dernières phalanges et en même temps fléchir ses premières; — ce qui ne saurait être produit que par les interosseux. — Enfin, comme preuve de guérison de cette paralysie, j'ajouterai que ses doigts pouvaient être rapprochés

(1) Voyez *Bulletin de l'Académie de médecine*. Paris, 1842-43, t. VIII, p. 129 et suiv.

ou éloignés les uns des autres, lorsqu'ils étaient placés sur un plan horizontal.

J'affirme donc que si l'action de ses fléchisseurs sublime et profond n'avait pas été abolie par la section de leurs tendons, faite dans la paume de la main, et que l'on se fût contenté de combattre la rétraction des fléchisseurs avec un appareil approprié, la griffe de sa main aurait guéri naturellement, et que l'usage de ce membre serait aujourd'hui rétabli.

206. A coup sûr ce résultat aurait été rapidement acquis par la faradisation localisée de ses muscles interosseux, ainsi que je l'ai obtenu dans une douzaine de cas analogues, la paralysie traumatique du nerf étant assez fréquente.

Musset, dont j'ai rappelé l'observation ci-dessus (201), en est une preuve remarquable. En effet, après avoir dirigé, pendant un certain temps, l'excitation électrique sur les points occupés par ses muscles atrophiés, je vis ses espaces interosseux se remplir, ses éminences thénar et hypothénar grossir graduellement ; puis ses dernières phalanges s'étendirent, et ses premières se fléchirent, en même temps que la saillie considérable formée par la tête de ses métacarpiens diminuait. En quelques semaines, la flexion de ses premières phalanges était déjà assez avancée ; alors on pouvait constater que la tête de ses métacarpiens était très-atrophiée en arrière. Enfin, la difformité diminua rapidement, grâce au retour de la force des interosseux, dont la puissance tonique, agissant doucement et d'une manière incessante, est mille fois préférable à l'action mécanique des appareils. — Aujourd'hui l'attitude de son index et de son médius est à peu près normale, et la flexion de leurs premières phalanges se fait presque à angle droit.

En somme Musset qui avait demandé qu'on lui amputât la main depuis longtemps condamnée, et qui n'était pour lui qu'une griffe incommode et douloureuse, s'en sert aujourd'hui habilement pour tenir la plume (voy. fig. 31) ; il écrit

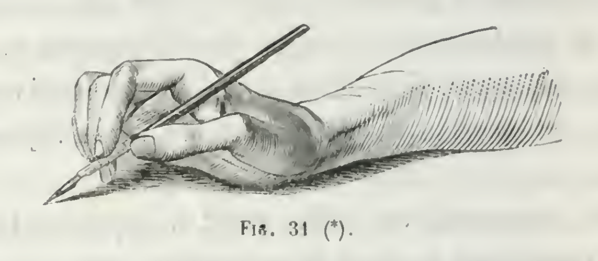


Fig. 31 (*).

assez vite et correctement pour exercer l'état d'expéditionnaire.

207. Je ne passerai pas sous silence un phénomène thérapeutique que j'ai observé chez Musset, et qui me paraît fournir une déduction physiologique importante : c'est que son index et son médius furent les premiers à éprouver l'heureuse influence de la faradisation localisée, tandis que l'annulaire et le petit doigt en profitèrent comparativement beaucoup moins.

J'ai vu ces mêmes résultats thérapeutiques se reproduire dans des cas analogues. D'un autre côté, j'ai observé d'autres sujets qui, après la lésion du nerf cubital, n'avaient pas perdu complétement la faculté de fléchir les premières phalanges et d'étendre les deux dernières de l'index et du médius.

208. Pour expliquer ces faits, l'on doit se rappeler que les deux et quelquefois les trois premiers lombricaux, reçoivent leur innervation non-seulement du nerf cubital, mais

(*) Figure 31, dessinée d'après nature. — Main de Musset tenant et conduisant une plume après le traitement. Elle a été représentée avant le traitement dans les figures 29 et 30.

aussi du nerf médian; de sorte que si le premier (le nerf cubital) vient à être lésé, ces muscles conservent encore la faculté de se contracter volontairement ou artificiellement, grâce à l'influx nerveux qui leur est apporté par le médian.

J'ai en effet constaté que dans la paralysie consécutive à la lésion du nerf cubital, les deux premiers lombricaux se contractent par la faradisation localisée, alors que les autres muscles de la main, placés sous la dépendance unique de ce nerf (les interosseux et les deux derniers lombricaux), ont perdu cette propriété.

On conçoit, d'après ces faits, combien il est heureux que des muscles destinés à mouvoir les phalanges des doigts qui conduisent la plume, le pinceau, puisent ainsi leur force nerveuse à des sources différentes.

C'est à cette richesse d'innervation qu'il faut rapporter l'action si rapide de la faradisation localisée dans les interosseux de l'index et du médius de Musset qui, on le sait, a recouvré promptement la faculté d'écrire.

209. En somme, l'observation de Musset démontre clairement les usages et l'utilité des interosseux, et fait ressortir toute l'importance de ces muscles, en démontrant que, sous l'influence du retour progressif de leur nutrition et de leur contractilité, la paralysie dont ils étaient le siége, et les graves désordres fonctionnels qui en étaient la conséquence, ont pu disparaître.

J'ai eu l'occasion de recueillir un grand nombre d'autres faits analogues; je ne les rapporterai pas, dans la crainte de donner trop d'étendue à ce paragraphe, et parce que je crois avoir démontré surabondamment la proposition formulée plus haut, à savoir, que, physiologiquement, les interosseux sont les seuls antagonistes des fléchisseurs pour les deux

dernières phalanges et des extenseurs pour les premières phalanges.

I. — Malgré le défaut d'action des interosseux de l'index, la première phalange de ce doigt peut encore exécuter des mouvements latéraux, en même temps qu'elle s'étend. — Le mouvement latéral de l'index vers le petit doigt est alors assez étendu. — Les mouvements d'extension et de latéralité de l'index ont une certaine utilité.

210. Bien des fois j'ai observé la paralysie atrophique des interosseux à la suite de la lésion traumatique du nerf cubital; bien plus fréquemment encore j'ai vu les interosseux et les lombricaux détruits par l'atrophie graisseuse progressive, alors que les muscles de l'avant-bras étaient restés intacts ou avaient peu souffert. Eh bien! dans tous ces cas, les sujets ont toujours pu rapprocher ou éloigner du médius la première phalange de leur index. Il est vrai que ces mouvements étaient peu étendus (le mouvement d'écartement était d'un demi-centimètre à 1 centimètre, au niveau de l'extrémité phalangettienne de la première phalange). J'en avais conclu d'abord que les interosseux et le lombrical de ce doigt n'avaient pas complétement perdu leur action; mais bientôt l'exploration électro-musculaire me prouva que ces muscles n'existaient plus. Je cherchai donc ailleurs la cause de ces mouvement latéraux, et je vis qu'ils étaient produits par la faradisation individuelle des faisceaux extenseurs de ce doigt, qui naissent de l'extenseur commun et de l'extenseur propre.

Avec un peu d'attention, il est facile d'observer ces phénomènes sans l'expérimentation électro-musculaire, car on sent ou plutôt on voit alors se prononcer, alternativement et dans des directions différentes, le relief du tendon de l'extenseur commun et de l'extenseur propre, pendant que le sujet

imprime volontairement des mouvements latéraux à son index.

211. Bien que ces mouvements latéraux de l'index soient limités, on n'en peut méconnaître l'utilité dans certains usages de la main. On remarquera en effet qu'en raison de cette action spéciale de ces deux faisceaux fournis, l'un par l'extenseur propre et l'autre par l'extenseur commun, l'index dont l'indépendance des mouvements était nécessaire, possède des muscles qui produisent à la fois l'extension de la première phalange et ses mouvements latéraux, de même que ses interosseux peuvent le fléchir et le porter en même temps dans l'abduction ou l'adduction.

Supposons un usage de la main dans lequel l'index doive exécuter des mouvements latéraux, au moment où ses deux dernières sont fléchies et sa première étendue. Eh bien ! ces mouvements eussent été impossibles, si les faisceaux musculaires qui lui viennent de l'extenseur commun et de l'extenseur propre, n'avaient pas agi latéralement en sens contraire sur sa première phalange, car les mouvements latéraux de ce doigt n'auraient pu se produire alors, sans les interosseux qui à la fois fléchissent sa première phalange et étendent ses deux dernières.

J. — Malgré le défaut d'action des interosseux, le médius et l'annulaire peuvent encore s'écarter un peu l'un de l'autre, pendant l'extension de leur première phalange, et le petit doigt peut encore être porté assez fortement dans l'adduction ; mais ces doigts, et surtout les deux derniers, ne peuvent être rapprochés l'un de l'autre.

**212.** Ces propositions sont démontrées par un grand nombre de cas de paralysies ou d'atrophies des interosseux. Ici encore l'observation clinique confirme les faits mis en

lumière par l'expérimentation électro-physiologique qui, de son côté, rend parfaitement compte des troubles apportés dans les mouvements latéraux des doigts, consécutivement à la perte des interosseux. — J'aurai l'occasion de revenir sur cet écartement des doigts, produit pendant leur extension, et d'en expliquer le mécanisme (voy. art. I, § 1, IV, partie historique).

Si l'on se rappelle en effet que la contraction électrique des extenseurs commun et propres des doigts produit, en même temps, l'extension des premières phalanges et l'écartement des doigts (173 et 174), on ne sera pas étonné que ce mouvement d'écartement ait lieu malgré la paralysie des interosseux. L'expériment électro-physiologique avait montré que cet écartement des doigts est limité ; il est donc tout simple qu'après la destruction des seuls muscles qui produisent des mouvements latéraux étendus, les doigts ne puissent davantage être rapprochés ni écartés les uns des autres.

K. — L'observation clinique démontre qu'il faut moins de force aux interosseux pour produire l'extension des deux dernières phalanges, que pour rapprocher les doigts les uns des autres, alors qu'ils sont étendus sur leurs métacarpiens.

213. La connaissance des phénomènes exposés en tête de paragraphe m'a été révélé par le fait clinique suivant.

J'ai donné des soins à un jeune homme, dont la main se paralysait et s'atrophiait progressivement depuis deux mois, à la suite d'une piqûre qu'il s'était faite avec un grattoir sur le trajet du nerf cubital. Avant son traitement, cette main était considérablement amaigrie ; les espaces interosseux dorsaux étaient profondément creusés ; l'excitation électrique, localisée dans les muscles qui occupent ces espaces, n'y pouvait provoquer aucune contraction musculaire ; l'émi-

nence thénar offrait une dépression dans le point occupé par le faisceau externe du court fléchisseur du pouce, et l'on n'y pouvait produire, par la faradisation localisée, le mouvement ordinaire, dû à l'excitation de ce faisceau (1). Lorsqu'on lui disait d'étendre les trois phalanges parallèlement à la direction de ses métacarpiens, il n'y pouvait parvenir, quelque effort qu'il fît ; ses premières phalanges se renversaient sur les métacarpiens, pendant que les dernières phalanges se recourbaient (voyez la figure 32). Cette attitude des phalanges



FIG. 32 (*).

était beaucoup plus prononcée dans les deux derniers doigts Plus on renversait son poignet sur l'avant-bras, pendant ses efforts d'extension, plus ses deux dernières phalanges s'infléchissaient, plus sa griffe s'exagérait. Enfin ses doigts s'écartaient d'un centimètre à un centimètre et demi pendant leur

(*) Main d'un sujet âgé de 21 ans, dont le nerf cubital a été piqué par un grattoir à la partie inférieure de l'avant-bras. Cette main est un spécimen de la griffe spéciale que présentent les doigts, pendant leur extension volontaire, consécutivement à la paralysie récente des muscles animés par le nerf cubital, griffe qui est toujours plus prononcée dans les deux derniers doigts.

(1) Ce fait démontre que chez ce sujet, le faisceau externe du court fléchisseur du pouce qui reçoit un filet du nerf médian, était innervé par le cubital. J'ai observé plusieurs autres faits cliniques analogues, dans lesquels ce faisceau externe du court fléchisseur puisait évidemment son innervation à la fois dans ces deux nerfs.

extension volontaire, mais ce jeune homme ne pouvait les écarter ni les rapprocher davantage, à l'exception de son index qui, obéissant très-visiblement à l'action de son extenseur propre, se rapprochait du médius.

Le nerf cubital avait été incontestablement lésé, chez ce sujet ; et sans entrer ici dans les considérations auxquelles doit donner lieu ce fait intéressant, il est évident, pour tout le monde, que la lésion du nerf avait produit la paralysie, et en outre, l'atrophie et la perte de contractilité électrique dans les muscles placés sous sa dépendance.

Je traitai ce malade par la faradisation localisée, et ce ne fut que vers le sixième mois après lésion du nerf que l'action thérapeutique commença à se manifester. Les premières phalanges se renversèrent de moins en moins sur les métacarpiens, et la flexion des deux dernières diminua de plus en plus. Enfin, un an après le début, le malade pouvait, sans effort, placer ses doigts sur un plan parallèle au métacarpe, et aussi facilement que du côté sain, *mais il n'avait absolument rien gagné quant aux mouvements latéraux exécutés par ses interosseux, surtout pour rapprocher les doigts les uns des autres*, comme on le voit dans la figure 32. Ce ne fut que beaucoup plus tard, lorsqu'il fut complétement guéri par la faradisation, qu'il put rapprocher les uns des autres ses doigts étendus.

D'autres faits m'ont présenté des phénomènes semblables à ceux que je viens d'exposer et confirment la proposition placée en tête de ce sous-paragraphe. J'en ai déduit cette autre proposition importante au point de vue clinique, et que j'ai développée ailleurs, à savoir, que *l'impossibilité de rapprocher les doigts étendus caractérise le premier degré de la paralysie des interosseux.*

214. Pour comprendre cette proposition, il faut avoir bien présent à l'esprit le mécanisme de la synergie musculaire qui produit le rapprochement des doigts, en même temps que leur extension sur les métacarpiens. Je vais l'expliquer.

Lorsque l'on veut étendre les trois phalanges digitales, de manière à les placer sur un plan parallèle aux métacarpiens, les extenseurs commun et propres des doigts étendent les premières phalanges, en même temps les interosseux et les lombricaux étendent les deux dernières. Or ces derniers mus-

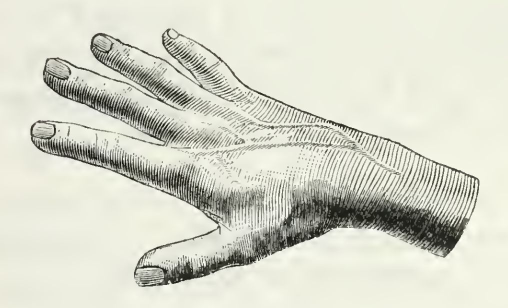


FIG. 33 (*).

cles ne peuvent agir ainsi sur les deux dernières phalanges, sans fléchir en même temps les premières avec une grande énergie. Cette action des interosseux sur les premières phalanges crée donc un antagonisme puissant aux extenseurs commun et propres, qui, pour le vaincre, doivent se contracter avec une force proportionnelle à celle de cet antagonisme. Il ressort de ce qui précède que le mouvement d'extension des trois phalanges exige une action musculaire assez

(*) Cette figure représente, après le traitement par la faradisation, la main qui a été représentée avant le traitement dans la figure 32. On voit que les muscles qui occupent les espaces interosseux ont repris leur volume et leur action, que la griffe de la main a disparu, enfin que les veines dorsales de la main se sont développées.

énergique et d'autant plus grande que le métacarpien est plus renversé sur l'avant-bras.

Les extenseurs commun et propres des doigts, — je l'ai démontré expérimentalement ci-dessus (173 et 174) — ne peuvent étendre les premières phalanges, sans les écarter les unes des autres. Or, comme ces muscles doivent se contracter énergiquement pour vaincre l'antagonisme des interosseux qui fléchissent les phalanges, l'écartement des doigts qui est produit pendant l'extension des trois phalanges, se fait avec assez de force. On conçoit donc qu'après avoir étendu les trois phalanges sur les métacarpiens, si l'on veut rapprocher les doigts les uns des autres, les muscles interosseux auront à déployer un nouvel et plus grand effort.

## ARTICLE IV.

### MUSCLES QUI MEUVENT LE POUCE.

Les muscles moteurs du pouce peuvent se diviser en postérieurs (situés à la région postérieure de l'avant-bras), et en antérieurs (siégeant sur l'éminence thénar et à la région antérieure de l'avant-bras).

Les premiers, antagonistes des seconds, sont le long extenseur du pouce (*extensor pollicis longus*), le court extenseur du pouce (*extensor pollicis brevis*), le long abducteur du pouce (*abductor pollicis longus*).

Les seconds sont l'opposant du pouce (*abductor pollicis brevis*), le court abducteur du pouce (*abductor pollicis brevis*), le faisceau externe du court fléchisseur du pouce (*flector pollicis brevis*), l'adducteur du pouce (1) (*adductor pollicis*), le long fléchisseur du pouce (*flector pollicis longus*).

(1) Sous ce nom, je comprends, à l'exemple de M. Cruveilhier, les fais-

## § I. — Électro-physiologie.

### A. — Muscles moteurs antérieurs du pouce.

#### I. — Expériences.

1° *Long extenseur du pouce.* Les deux phalanges du pouce étant dans la flexion, et le premier métacarpien étant porté obliquement en dehors et en avant, si l'on fait contracter le long extenseur du pouce, on observe deux mouvements simultanés : un mouvement d'extension des deux phalanges sur le premier métacarpien, et un mouvement oblique en dedans et en arrière de ce dernier os et des deux phalanges étendues.

Au maximum de contraction, le long extenseur du pouce renverse tellement le premier métacarpien, et avec lui les deux phalanges sur le carpe, que le premier métacarpien forme avec celui-ci un angle saillant en avant, et que la dernière phalange se trouve sur un plan postérieur au métacarpe.

Dans aucun cas, on ne peut produire la supination par la contraction du long extenseur du pouce.

2° *Court extenseur du pouce.* Si le pouce et le premier métacarpien se trouvent rapprochés du second métacarpien, à l'instant ou l'on fait contracter le court extenseur du pouce, on voit le premier métacarpien se porter directement en dehors, en même temps que la première phalange s'étend sur le premier métacarpien, tandis que la seconde reste fléchie sur la première.

Si la contraction de ce muscle continue, la main suit ce

ceaux de l'adducteur et la portion externe du court fléchisseur du pouce, parce que leur action est commune et identique.

mouvement d'abduction du premier métacarpien, mais elle n'est entraînée ni dans la flexion, ni dans la supination.

3° *Long abducteur du pouce.* Plaçant le pouce et le premier métacarpien, comme dans l'expérience précédente, fait-on contracter le long abducteur du pouce, le premier métacarpien est tiré obliquement en dehors et en avant, et se fléchit sur le carpe; pendant ce mouvement du premier métacarpien, les phalanges du pouce sont légèrement infléchies, quand le muscle est arrivé à son maximum d'action. Si le pouce est alors étendu, son extrémité se trouve placée en dehors de l'index, auquel elle ne peut, en conséquence, être opposée.

Si la contraction du long abducteur du pouce continue, la main, lorsqu'elle est dans l'extension, s'infléchit sur l'avant-bras, en se portant un peu dans l'abduction.

Enfin, dans quelque position que l'on place l'avant-bras ou la main, pendant la contraction de ce muscle, jamais on ne peut produire la supination; la main, au contraire, a une tendance à se mettre en pronation.

### II. — Remarques.

**215.** Les expériences électro-physiologiques que je viens d'exposer démontrent que les muscles long et court extenseurs et long abducteur du pouce, impriment au premier métacarpien, et conséquemment aux deux phalanges du pouce des mouvements importants, dont les uns n'avaient pas été décrits et dont les autres avaient été mal définis.

**216.** L'abduction du pouce appartient réellement au court extenseur du pouce, tandis que le long abducteur du pouce porte le pouce autant en avant qu'en dehors; le long extenseur du pouce n'étend pas seulement les deux phalanges sur

le premier métacarpien, mais il exerce encore une action très-importante et très-puissante sur ce dernier; en effet, il le porte dans l'adduction, en même temps qu'il le place dans l'extension sur le carpe, c'est-à-dire dans la direction presque opposée à l'action du long abducteur et de quelques muscles de l'éminence thénar, comme on le verra bientôt.

217. J'ai démontré aussi que la contraction électrique du court extenseur du pouce produit des mouvements de la première et de la deuxième phalanges du pouce en sens contraire. Le mécanisme de ces mouvements a besoin d'être expliqué. L'extension de la première phalange que l'on observe alors, résulte de l'action directe de ce muscle sur cette phalange, tandis que la flexion de la deuxième phalange est produite par la résistance tonique du long fléchisseur, pendant l'extension de la première phalange et l'abduction du premier métacarpien.

218. Enfin ces trois muscles agissent énergiquement sur la main, et chacun d'eux l'entraîne dans la direction qu'il imprime au premier métacarpien. En effet, le long abducteur du pouce est fléchisseur de la main, tandis que le long extenseur exerce sur elle une action contraire, et que le court extenseur du pouce la porte seulement en dehors.

219. La physiologie écrite attribuait au long abducteur du pouce le pouvoir de produire la supination. L'expérimentation électro-physiologique fait douter de l'exactitude de cette opinion, car on ne peut obtenir, ainsi qu'on l'a vu, la supination par la contraction artificielle de ce muscle. J'établirai, par des faits cliniques, que les muscles qui meuvent le pouce sont complétement étrangers à la supination.

220. La contraction isolée du long abducteur ou du court

extenseur du pouce entraînant aussi la main dans la direction que ces muscles impriment au premier métacarpien, on comprend combien ces mouvements de totalité de la main gêneraient les usages du pouce, s'ils se produisaient nécessairement, lorsqu'on écarte volontairement le premier métacarpien du second. Or, à l'état normal, l'abduction volontaire du pouce ne peut se faire sans que la contraction synergique du cubital postérieur, qui est extenseur adducteur de la main, se produise à l'instant. Il en résulte que la main est solidement fixée pendant ce mouvement d'abduction; on la voit même alors se porter un peu en dedans, et cela d'autant plus que le premier métacarpien s'éloigne davantage du second, ou que la contraction des abducteurs du pouce se fait avec plus de force.

Il est facile de constater que la volonté ne peut faire contracter isolément les abducteurs du premier métacarpien et du pouce. Si l'on place, en effet, le doigt indicateur sur le tendon du cubital postérieur, près de son attache au dernier métacarpien, pendant que l'on écarte le premier métacarpien du second, on sent très-distinctement ce tendon se mettre en tension.

### B. — Muscles moteurs antérieurs du pouce.

#### I. — Expériences.

Les faisceaux musculaires qui concourent à former le court abducteur, le court fléchisseur et l'adducteur du pouce ont été divisés en trois muscles arbitrairement, au point de vue anatomique comme au point de vue physiologique. Il est, en effet, démontré, par mes recherches électro-physiologiques, que les faisceaux qui se rendent au côté externe de la

première phalange du pouce ou au premier métacarpien, exercent tous la même action sur le premier métacarpien et sur les deux phalanges du pouce, et que ceux qui convergent vers le côté interne de la première phalange, jouissent également d'une action commune.

Tous ces faisceaux musculaires forment donc physiologiquement deux ordres de muscles qui différent entre eux par les mouvements divers qu'ils impriment au premier métacarpien et à la première phalange. Je vais le démontrer.

1° *Faisceaux qui se rendent au côté externe de la première phalange du pouce* (court abducteur et portion externe du

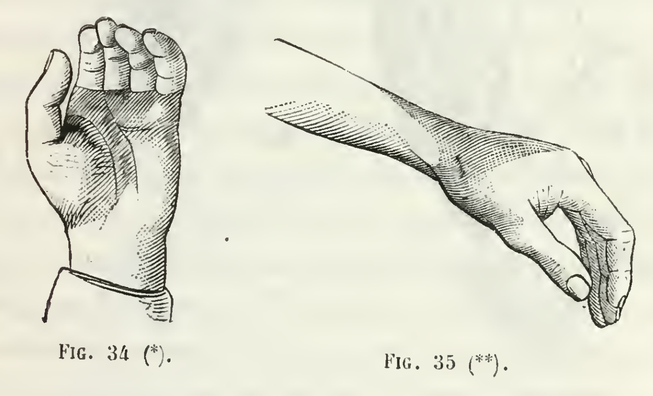


Fig. 34 (*). Fig. 35 (**).

court fléchisseur du pouce). — Lorsque l'on fait contracter par l'excitation électrique, le court abducteur du pouce ou le faisceau externe du court fléchisseur du pouce, on observe trois mouvements différents dans le premier métacarpien, la première et la seconde phalanges du pouce.

Le pouce étant dans son attitude naturelle (1), libre de toute action musculaire, comme dans les figures 34 et 35,

(* et **) Attitude, au repos musculaire, de la main de l'homme, vue par sa face palmaire (fig. 34), et par son côté externe (fig. 35).

(1) On sait que l'attitude naturelle du pouce et de son métacarpien diffère de celle des autres doigts; que la face palmaire du pouce est tournée

le premier métacarpien est dirigé en avant et un peu en dedans (dans la flexion et dans l'adduction). Pendant ces mouvements du premier métacarpien (voy. les figures 36 et 37), la première phalange se fléchit et s'incline sur le côté externe, en exécutant sur son axe un léger mouvement de rotation de dehors en dedans, mouvement qui met sa face antérieure en regard (en opposition) avec la face palmaire des doigts; enfin,

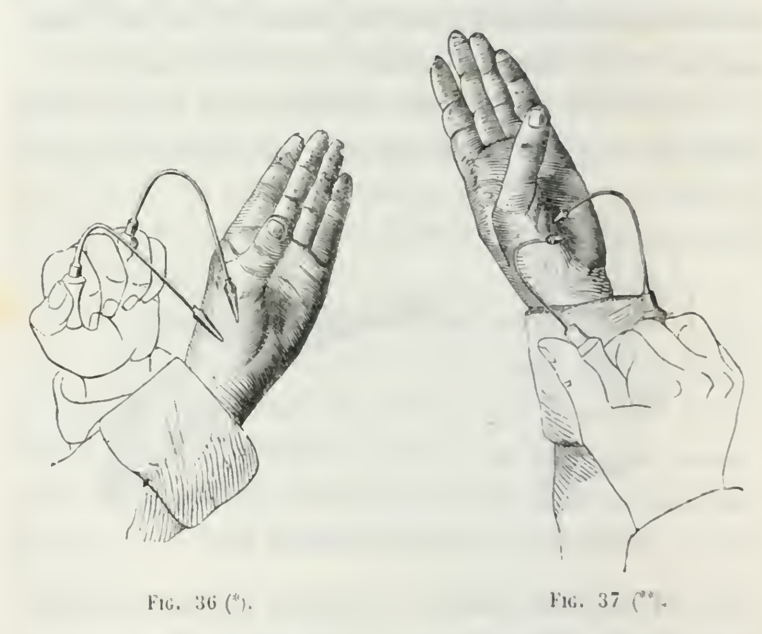


FIG. 36 (*). FIG. 37 (**).

la deuxième phalange s'étend sur la première, si antérieurement elle était dans la flexion.

(*) Mouvements du premier métacarpien et des phalanges du pouce, par la faradisation du court abducteur du pouce.

(**) Mouvements du premier metacarpien et des phalanges du pouce, par la faradisation de la portion externe du court fléchisseur du pouce.

en dedans, tandis que celle des doigts regarde toujours en avant; que le premier métacarpien fait en dehors un angle rentrant avec le carpe, et qu'en avant il est sur le même plan que le radius, enfin que la première et la seconde phalanges sont dans un état de flexion légère (voyez la figure 34).

Le premier métacarpien se trouve-t-il dans l'abduction, au moment de l'expérience, le mouvement d'opposition qu'il exécute est plus grand et a lieu par une sorte de circumduction.

S'il est rapproché du second métacarpien et s'il fait en avant un angle saillant avec le carpe, on le voit s'infléchir sur ce dernier, de manière à former avec lui un angle rentrant en avant.

2° *Faisceaux qui se rendent au côté interne de la première phalange du pouce* (adducteur du pouce et portion interne du court fléchisseur du pouce). — Sous l'influence de la contraction électrique des faisceaux qui se rendent à l'os sésamoïde interne, le premier métacarpien est attiré vers le second métacarpien, et se place en dedans et un peu en dehors de lui.

Ce mouvement du premier métacarpien a lieu dans des directions différentes, selon la position que cet os occupait au moment de la contraction. Ainsi le premier métacarpien était-il placé dans l'abduction, il se meut de dehors en dedans; s'il était dans la flexion sur le carpe, il exécute un mouvement d'extension; enfin, s'il était au plus haut degré d'opposition, il est ramené un peu en dehors du second métacarpien.

Le pouce suit passivement les mouvements du premier métacarpien, mais en même temps sa première phalange se fléchit sur le métacarpien en s'inclinant en dedans, et la deuxième phalange s'étend sur la première.

On voit donc que le muscle dit *adducteur du pouce* est ou extenseur, ou adducteur, ou abducteur, et que le nom sous lequel il est connu lui a été donné arbitrairement, et donne une idée fausse de ses fonctions réelles.

3° *Opposant du pouce.* — L'opposant du pouce fléchit, sous l'influence de l'excitation électrique, le premier méta-

carpien sur le carpe, en même temps qu'il le porte dans l'abduction.

Il n'exerce aucune action sur les phalanges du pouce.

Au maximum de contraction de ce muscle, le premier métacarpien est placé sur le même plan que le second métacarpien, et l'extrémité du pouce, si ce doigt n'est sollicité par aucun autre muscle, se trouve encore en dehors de l'index, sa face palmaire étant tournée en dedans.

4° *Long fléchisseur du pouce.* — Le long fléchisseur du pouce n'a d'action réelle que sur la dernière phalange ; ce n'est qu'au maximum de contraction électrique de ce muscle, que la première phalange est entraînée dans la flexion, et encore ce mouvement est-il très-limité et sans force. On n'observe alors aucun mouvement dans le premier métacarpien.

### II. — Remarques.

221. Les précédentes expériences démontrent toutes qu'il existe, sous un certain rapport, une grande analogie entre l'action exercée sur les phalanges du pouce par les fibres musculaires qui se rendent aux côtés externe et interne de sa première phalange, et l'action des muscles interosseux sur les phalanges des doigts. Ainsi, tous ces muscles fléchissent les premières phalanges en les inclinant sur les côtés, c'est-à-dire en les portant ou dans l'abduction ou dans l'adduction, et ils étendent les dernières phalanges.

222. Pour bien constater le mouvement d'abduction ou d'adduction que les phalanges du pouce exécutent sous l'influence des muscles qui se rendent au côté externe ou interne de la première phalange, il faut maintenir le premier métacarpien au maximum d'adduction, les deux phalanges du

pouce étant dans leur attitude normale, comme dans la figure 38, puis poser les rhéophores alternativement sur les faisceaux musculaires qui vont à chacun des côtés de la première phalange. Au moment où les faisceaux qui vont au côté externe de la première phalange entrent en contraction, cette première phalange se fléchit, et en même temps le pouce s'incline latéralement vers le petit doigt, en faisant décrire à son extrémité une courbe dont la corde mesure 4 à 5 centimètres. Si alors, le pouce restant dans cette inclinaison laté-



Fig. 38 (*).

rale, on fait contracter à leur tour les fibres qui aboutissent à l'os sésamoïde interne, le pouce, exécutant un mouvement latéral en sens contraire du précédent, est ramené à son attitude naturelle, puis s'incline sur son bord interne, seulement de quelques millimètres.

Dans cette dernière expérience, comme dans la précédente,

(*) Attitude, au maximum d'adduction, dans laquelle le premier métacarpien doit être maintenu, lorsque l'on veut observer, à l'aide de la faradisation, les mouvements latéraux ou d'abduction et d'adduction imprimés au pouce par les faisceaux musculaires qui se rendent au côté externe ou interne de la première phalange du pouce.

la première phalange exécute ses mouvements latéraux, et la seconde phalange s'étend.

223. Sous l'influence des fibres qui s'attachent en dehors de la première phalange, on voit aussi le pouce tourner sur son axe longitudinal de dehors en dedans. Les faisceaux de l'os sésamoïde interne lui impriment un mouvement de rotation en sens contraire, pour le ramener à son attitude normale. (Ces mouvements de rotation, dont je ferais plus loin ressortir l'importance, ne s'observent pas, ou du moins ne sont pas appréciables aux doigts, quand ils sont mus par leurs interosseux.)

224. Enfin, si le premier métacarpien étant maintenu comme dans les expériences précédentes, on excite à la fois les fibres qui s'attachent aux deux côtés du pouce, la première phalange s'infléchit, sans exécuter ni mouvement de latéralité, ni mouvement de rotation, pendant que la seconde phalange s'étend.

225. Je vais essayer de démontrer l'utilité ou le degré d'importance de chacun des mouvements du premier métacarpien ou du pouce, dont je viens d'exposer l'étude électro-physiologique.

Trois des muscles de l'éminence thénar sont, on vient de le voir, opposants et fléchisseurs du premier métacarpien : ce sont l'opposant, le court abducteur et le faisceau externe du court fléchisseur. Supposant que ces trois muscles produisent le mouvement d'opposition au même degré, examinons l'attitude du pouce, alors que son métacarpien est au maximum d'opposition et de flexion, et quand ses phalanges ne sont sollicitées par aucune force (1). Le pouce se trouve

(1) On peut faire cette étude sur soi-même, en faisant maintenir son

placé seulement sur le plan du premier doigt, et sa face palmaire regarde en dedans et très-peu en arrière, de sorte qu'il ne se trouve pas en opposition avec les doigts. Dans cette attitude, le pouce ne pouvant aller à la rencontre des autres doigts, les usages des doigts et du pouce, seraient restreints si les phalanges de celui-ci ne pouvaient être portées plus en dedans. Or, il est démontré par mes expériences que cette attitude du pouce représente la limite d'action du muscle opposant, qui est le moins opposant, comme on le voit, et conséquemment le moins utile des muscles de l'éminence thénar. Mais si en même temps la première phalange du pouce exécute son mouvement d'inclinaison latérale et de rotation sur son axe longitudinal, sous l'influence de la contraction des faisceaux qui se rendent au côté externe de la première phalange, l'extrémité du pouce atteint alors successivement chacun des doigts, en leur opposant sa face palmaire, et cela d'autant plus facilement que la force qui produit ce mouvement d'inclinaison latérale, dit mouvement d'abduction (1), étend en même temps la dernière phalange.

226. Des deux faisceaux musculaires qui inclinent latéralement la première phalange du pouce vers le petit doigt, celui qui constitue le court abducteur du pouce produit ce mouvement moins complétement que le faisceau qui appartient au court fléchisseur du pouce. On voit dans la figure 36

métacarpien dans l'adduction et dans la flexion, comme dans la figure 38. La volonté ne pourrait produire ce mouvement isolé du métacarpien, sans agir à la fois sur les phalanges du pouce.

(1) Dans cette attitude du premier métacarpien, le bord externe du pouce s'incline latéralement vers le bord interne de la main, et exécute, en conséquence, un mouvement d'adduction ; mais il est convenu que tout mouvement du pouce sur son bord externe doit être appelé mouvement d'abduction.

que le court abducteur du pouce n'oppose le pouce qu'à l'index et au médius, tandis que le court fléchisseur du pouce peut opposer le pouce aux quatre doigts(voy. figure 37). L'observation clinique établira mieux encore l'action réelle et l'utilité relative de ces deux muscles.

227. Le mouvement d'inclinaison latérale exécuté par les faisceaux musculaires qui aboutissent à l'os sésamoïde interne sert, on le conçoit, à ramener le pouce vers chacun des doigts, lorsqu'il vient d'exécuter les mouvements latéraux précédents.

228. La dernière phalange du pouce possède trois extenseurs, qui ne peuvent se suppléer dans les différents usages de la main, car chacun d'eux agit en sens contraire sur le premier métacarpien et sur la première phalange.

Ainsi : 1° le même muscle (le long extenseur du pouce) étend le premier métacarpien et les deux phalanges du pouce; 2° le même muscle (l'adducteur du pouce) rapproche le premier métacarpien du second, au-devant duquel il le place, et incline la première phalange sur son bord interne, pendant qu'il met la seconde phalange dans l'extension; 3° le même muscle (le court abducteur et le faisceau externe du court fléchisseur) fléchit le métacarpien et la première phalange, en inclinant celle-ci sur son bord externe, pendant qu'il étend la dernière.

229. Il fallait que la dernière phalange du pouce pût être étendue, soit pendant qu'il s'oppose aux doigts, soit pendant que la main est largement ouverte par l'extension et l'écartement de son métacarpien, soit enfin pendant que le pouce et son métacarpien se rapprochent de l'index : c'est pourquoi les trois muscles qui impriment au premier métacarpien ces mouvements contraires, ont été chargés d'étendre en même temps la deuxième phalange du pouce.

On comprend que si le long extenseur du pouce avait été le seul extenseur de la deuxième phalange, l'extension de cette deuxième phalange n'aurait pu se faire, sans une grande gêne, pendant l'opposition du pouce, mouvement si fréquent et si important dans les usages de la main, puisque le long extenseur du pouce entraîne le premier métacarpien dans une direction contraire à celle de l'opposition.

Ces considérations suffisent pour établir l'utilité et même la nécessité des trois extenseurs spéciaux de la deuxième phalange du pouce.

230. Je vais terminer ces études électro-musculaires par quelques remarques sur le mécanisme de l'un des principaux mouvements du pouce et du premier métacarpien.

Winslow (1) considérait le premier métacarpien comme la première phalange du pouce. Au point de vue physiologique, ce grand anatomiste avait certainement raison ; car, pour le mécanisme de certains mouvements du pouce, cet os est à la dernière phalange du pouce ce que les premières phalanges des doigts sont aux deux dernières. En effet, dans les principaux usages de la main, le premier métacarpien est mis en abduction, pendant que la dernière phalange se fléchit, et *vice versâ*. (Je ferai remarquer que le mouvement d'abduction du premier métacarpien est l'opposé du mouvement de flexion de la dernière phalange du pouce, de même que l'extension de la première phalange des doigts est un mouvement contraire à la flexion des deux dernières.) En outre la première phalange du pouce se meut en sens inverse de la seconde phalange. Ce mouvement de la première phalange du pouce

(1) Winslow, *Exposition anatomique de la structure du corps humain ; traité des os secs* ; *le pouce*, 815, p. 89.

est très-peu étendu, et l'on remarquera qu'il a lieu alors dans le sens du mouvement d'abduction du premier métacarpien.

Afin de mieux faire comprendre le mécanisme de ces mouvements, j'analyserai, comme pour les doigts, les mouvements exécutés par le pouce et son métacarpien, dans l'action d'écrire ou de dessiner, etc. Pour diriger le trait d'avant en arrière, la dernière phalange du pouce se fléchit, et la première phalange s'étend, pendant que le premier métacarpien se porte dans l'abduction : c'est le contraire, si le trait est dirigé d'arrière en avant. Le mécanisme de ces mouvements est absolument le même que celui des mouvements des doigts qui dirigent la plume ou le crayon ; on voit aussi la même indépendance dans ces mouvements en sens inverse. En effet, le court extenseur du pouce, qui produit l'abduction du premier métacarpien et l'extension de la seconde phalange, n'est pas antagoniste du long fléchisseur du pouce ; d'un autre côté, ce sont les mêmes muscles (les muscles court abducteur et court fléchisseur du pouce) qui, agissant à la manière des interosseux, produisent à la fois la flexion de la première phalange, l'extension de la seconde, et en même temps l'adduction du premier métacarpien.

Le long extenseur du pouce pouvait troubler cet ingénieux mécanisme ; et, pour s'en rendre compte, il suffit de se rappeler son action sur les deux phalanges et sur le premier métacarpien : mais heureusement ce muscle reste complétement étranger aux mouvements que je viens d'analyser ; il prête seulement son tendon aux muscles de l'éminence thénar, comme j'en ferai connaître la raison anatomique par la suite.

231. Pour compléter ces études électro-physiologiques, je devrais exposer l'action de chacun des muscles de l'éminence hypothénar; mais je n'ai découvert dans cette région qu'un

seul fait physiologique nouveau qui mérite d'être signalé : c'est que les muscles adducteur et court fléchisseur du petit doigt agissent sur les phalanges, à la manière des interosseux, du court abducteur et du court fléchisseur du pouce, c'est-à-dire qu'ils fléchissent les premières phalanges, pendant qu'ils étendent les deux dernières.

## § II. — Physiologie pathologique.

Le premier métacarpien et les deux phalanges du pouce sont maintenus dans leur attitude naturelle par les différentes forces qui les sollicitent en sens contraire. Cette attitude normale du pouce résulte donc de l'équilibre de toutes ces forces produites par la contractilité tonique de tous les muscles moteurs du pouce. Or, si la force tonique de l'un ou de plusieurs de ces muscles vient à manquer, on voit à l'instant le premier métacarpien ou les phalanges prendre des attitudes vicieuses qui gênent ou annulent certains usages de la main.

D'un autre côté, le mécanisme des mouvements volontaires du pouce exige toujours l'action synergique de plusieurs de ses muscles.

Quelle est, dans ces différents cas, l'importance relative des muscles qui agissent sur le premier métacarpien et sur les deux phalanges du pouce ?

J'avais espéré que les études électro-physiologiques auxquelles je me suis livré, suffiraient pour me faire entrevoir les troubles fonctionnels qui devaient résulter de l'atrophie ou de la paralysie partielle de ces muscles. Je m'étais trompé, car, parmi les muscles qui concourent aux mêmes mouvements, il en est qui prennent une part plus ou moins active, soit au maintien de l'équilibre des forces, d'où résulte l'attitude normale du pouce, soit aux mouvements exigés par les différents

usages de la main. L'observation clinique seule peut, avec le concours de l'expérimentation électro-physiologique, éclairer complétement ce point important de physiologie musculaire ; c'est ce que je vais essayer d'établir par des faits.

A. — Consécutivement au défaut d'action des muscles long abducteur et court extenseur du pouce, le premier métacarpien entraîné dans l'adduction se rapproche du second. — Alors cette attitude vicieuse du premier métacarpien nuit considérablement aux usages de la main. — De ce fait clinique ressort l'utilité de ces muscles.

232. Lorsque le premier métacarpien est dans son attitude normale, le pouce se trouve placé en dehors de l'index (voy. fig. 34) et ne gêne pas la flexion des doigts. C'est à la force tonique des antagonistes des muscles de l'éminence thénar qui produisent l'opposition du premier métacarpien (à la force tonique du long abducteur et du court extenseur du pouce) qu'est due cette attitude du premier métacarpien.

Consécutivement à la paralysie du court extenseur et du long abducteur du pouce, — laquelle est assez commune, dans la paralysie saturnine de l'avant-bras, — on voit toujours le premier métacarpien prendre l'attitude, l'adduction et se placer dans une direction presque parallèle avec le radius. Il en résulte que le pouce tombe dans la paume de la main (voy. fig. 39), et cela d'autant plus que le court extenseur du pouce (extenseur de la première phalange) étant paralysé, ne peut plus modérer l'action des muscles de l'éminence thénar qui, s'attachant à chaque côté de la première phalange du pouce, entraînent celle-ci dans la flexion.

Le malade veut-il alors fermer la main, son pouce se trouve pris entre les doigts et la paume de la main, s'il n'a pas eu la précaution de contracter préalablement son long extenseur

qui porte son pouce et son premier métacarpien dans l'extension.

Cette attitude vicieuse du premier métacarpien et l'impossibilité de lui faire exécuter ses mouvements d'abduction compromettent la plupart des usages de la main.

233. Lorsque l'un des deux muscles long abducteur et court extenseur du pouce est seulement paralysé, les troubles fonctionnels qui en résultent, sont loin d'être aussi graves, parce qu'ils peuvent se suppléer, jusqu'à un certain point. Si, en effet, le court extenseur du pouce a perdu son action, le premier métacarpien reste moins dans l'abduction et s'infléchit



Fig. 39 (*).

davantage sur le carpe, puis la première phalange s'incline sur son métacarpien plus qu'à l'état normal. Si c'est le long abducteur du pouce qui est paralysé, le métacarpien s'incline moins en avant sur le carpe et se porte davantage dans l'abduction ; mais la première phalange reste dans son attitude normale.

La paralysie du court extenseur trouble les usages du pouce beaucoup plus que la paralysie du long abducteur du pouce,

(*) Attitude pathologique du pouce consécutivement à la paralysie du court extenseur du pouce et du long abducteur du pouce.

car elle est suivie de la chute du pouce dans la paume de la main, par suite de la prédominance d'action des fléchisseurs de la première phalange, et elle prive le pouce de son extension, si utile dans le mécanisme de certains mouvements du pouce, comme ceux de diriger le trait d'avant en arrière en écrivant, dessinant, etc.

J'ai observé les phénomènes que je viens d'exposer, chez des sujets qui, consécutivement à la paralysie saturnine, avaient perdu tantôt le court extenseur du pouce, tantôt, seulement, le long abducteur, ce qui m'a permis d'apprécier le degré d'utilité de chacun de ces deux muscles.

B. — Le défaut d'action du long extenseur du pouce occasionne de la maladresse dans certains mouvements de la main, sans en empêcher les principaux usages, parce que les muscles qui lui empruntent son tendon, pendant l'opposition du pouce n'en fonctionnent pas moins bien.

234. Lorsque le long extenseur du pouce est paralysé, voici ce que l'on observe : au repos, le premier métacarpien est plus incliné en avant et en dedans, sur le carpe, qu'à l'état normal ; la deuxième phalange du pouce reste toujours fléchie sur la première phalange, même lorsque le premier métacarpien est placé dans l'abduction et la première phalange dans l'extension ; la deuxième phalange ne peut s'étendre alors que pendant l'adduction du premier métacarpien et la flexion de la première phalange du pouce.

Les phénomènes pathologiques que je viens d'exposer s'expliquent par les faits qui ressortent de mes expériences électro-physiologiques, relativement à l'action propre du long extenseur du pouce. Ainsi, dans la paralysie du long extenseur du pouce, la flexion exagérée du premier métacarpien, pendant le repos musculaire, est due à la prédominance d'action du

long abducteur du pouce et des muscles de l'éminence thénar, qui ne sont plus modérés par leur antagoniste, le long extenseur du pouce. Si l'extension de la deuxième phalange peut se faire alors, malgré la paralysie du long extenseur du pouce, c'est qu'il existe un autre extenseur de cette seconde phalange, et que cet extenseur est celui (le court abducteur et la portion externe du court fléchisseur du pouce) qui produit en même temps la flexion, l'inclinaison latérale de la première phalange et l'adduction du premier métacarpien.

235. L'attitude fléchie de la deuxième phalange occasionne un peu de gêne pendant le mouvement de flexion de l'index qui alors rencontre le pouce, si le malade oublie d'écarter son premier métacarpien.

L'impossibilité d'étendre la dernière phalange du pouce, pendant l'extension de sa première, est seulement une cause de maladresse pour quelques usages de la main, dans toutes les circonstances, — et elles se rencontrent fréquemment — où le pouce doit être à la fois étendu ou porté en dehors. Ainsi le sujet ne peut écarter facilement les branches des ciseaux dont les anneaux ont été passés dans son pouce et son index, et il ramasse difficilement avec sa main malade les objets larges ou volumineux placés sur un plan horizontal.

Le mécanisme des mouvements du pouce n'est nullement troublé, chez l'écrivain, le dessinateur, etc., par la paralysie du long extenseur du pouce; les muscles qui lui empruntent son tendon pour l'extension de la deuxième phalange, pendant l'opposition du pouce, n'en fonctionnent pas moins bien. Ce fait démontre — ce qui, du reste, était déjà établi par l'expérimentation électro-physiologique, — que le long extenseur du pouce est entièrement étranger à cet usage de la main.

C. — L'observation clinique établit, comme l'expérimentation électro-physiologique, qu'aucun des muscles long abducteur, long extenseur et court extenseur du pouce, n'exerce une action appréciable sur la supination

236. Winslow, et après lui tous les anatomistes, avaient pensé que le long abducteur du pouce prenait une grande part au mouvement de supination. On a aussi attribué la même action au long extenseur et au long abducteur du pouce.

L'observation clinique confirmant l'expérimentation électro-physiologique exposée précédemment (219), démontre que l'opinion de ces anatomistes est erronée. En voici la preuve.

Un homme atteint d'atrophie musculaire progressive avait perdu ses supinateurs; on le constatait par la faradisation localisée et par l'impossibilité où il était de produire volontairement la supination. Ses pronateurs, parfaitement sains, maintenaient sa main dans l'attitude de la pronation. Ses muscles long abducteur, court extenseur et long extenseur du pouce, étaient assez développés et se contractaient volontairement et avec beaucoup d'énergie. Si je lui disais de mettre sa main en supination, non-seulement il n'y parvenait pas, mais encore les muscles qui vont du cubitus au premier métacarpien et aux phalanges du pouce, n'entraient pas synergiquement en contraction.

Ce dernier phénomène, à savoir, l'absence de contraction des muscles long abducteur, long extenseur et court extenseur du pouce, pendant ses efforts de supination, me prouvait que ces muscles n'étaient pas même auxiliaires de la supination. Ce fait devenait d'autant plus évident, que chez ce sujet la flexion du bras sur l'avant-bras était opérée seulement par des muscles habituellement auxiliaires de ce mouvement. C'est ainsi qu'ayant perdu ses fléchisseurs naturels de l'avant-

bras sur le bras, par la contraction de tous ses muscles épitrochléens, il pouvait fléchir son avant-bras, au moment où il était étendu, et après avoir mis énergiquement sa main en pronation forcée. De même aussi, dans l'absence des supinateurs, les muscles qui, à la région postérieure, vont du cubitus au premier métacarpien et aux phalanges du pouce se seraient certainement contractés, pendant les efforts que faisait cet homme pour mettre sa main en supination, s'ils avaient été auxiliaires de ce dernier mouvement.

En somme, j'ai assez souvent observé sur d'autres sujets les phénomènes pathologiques que je viens d'exposer, pour me croire fondé à dire que les muscles long abducteur, cour extenseur du pouce sont complétement étrangers aux mouvements de supination.

237. En attribuant une action sur la supination aux muscles long abducteur, long extenseur et court extenseur du pouce, les anatomistes se fondaient, sans aucun doute, sur la direction oblique en dehors et en bas de ces muscles vers le radius. Et puis l'expérience faite sur le cadavre pouvait donner à cette opinion une apparence de vérité. Exerce-t-on, en effet, sur ces muscles disséqués une forte traction, dans leur direction du cubitus vers le radius, on voit, après que leur action sur le métacarpien et le pouce est épuisée, la supination se produire.

Comment se fait-il donc que physiologiquement ces muscles ne possèdent plus cette influence sur la supination ? Serait-ce qu'après avoir produit leur action spéciale sur le pouce et le premier métacarpien, ils se trouveraient dans un raccourcissement tel qu'ils ne pourraient plus physiologiquement se contracter davantage. C'est la seule manière d'expliquer ce phénomène.

238. D'ailleurs il importait au libre exercice de leurs fonctions que leur action sur le pouce fût indépendante des mouvements de supination. L'on remarquera, en effet, que la main est presque toujours en pronation ou en semi-pronation, lorsqu'ils sont appelés à agir. Or, s'ils n'avaient pu se contracter un peu énergiquement, sans produire la supination, ç'eût été un antagonisme bien gênant pour cette attitude habituelle de la main.

Ici donc la nature s'est montrée aussi prévoyante en privant ces muscles du pouvoir de produire la supination de la main, que lorsque nous l'avons vue limiter à la flexion des deux dernières phalanges l'action physiologique des fléchisseurs sublime et profond, qui, dans la plupart des usages de la main, sont appelés à fonctionner, lorsque les premières phalanges doivent exécuter un mouvement d'extension.

D. — Consécutivement au défaut d'action des muscles de l'éminence thénar, le premier métacarpien, cédant à la prédominance tonique du long extenseur du pouce, prend l'attitude de l'extension. — Cette prédominance tonique du long extenseur du pouce se manifeste encore, dans ce cas, alors même que ce muscle se contracte concurremment avec les abducteurs du premier métacarpien. — En conséquence, les fléchisseurs du premier métacarpien (les muscles de l'éminence thénar) sont les modérateurs nécessaires du long extenseur du pouce, pendant l'extension de la dernière phalange par ce muscle.

239. Dès que les muscles de l'éminence thénar commencent à s'atrophier, on remarque que, pendant le repos musculaire, le premier métacarpien est placé sur un plan plus postérieur qu'à l'état normal, qu'il tend à se mettre sur le plan du deuxième métacarpien. J'en montre un exemple dans la figure 40, dessinée d'après un sujet atteint d'atrophie musculaire graisseuse à son début, et dont le court abducteur du pouce avait disparu, ce que j'ai constaté par l'exploration électrique, et ce que l'on reconnaît, dans cette figure 40,

à la dépression qui existe sur l'éminence thénar, au niveau de ce muscle. On voit, en outre, que le premier métacarpien est plus rapproché du second. Ce changement dans l'attitude du premier métacarpien devient plus évident, lorsque l'on compare cette figure 40 à la figure 41, qui représente dans

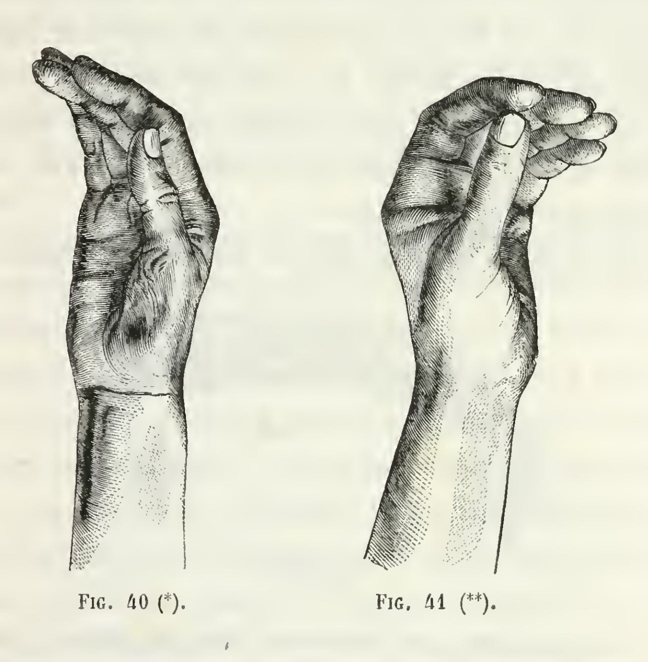


Fig. 40 (*). Fig. 41 (**).

l'attitude normale au repos, la main saine opposée du même sujet.

Lorsque tous les muscles qui concourent à l'opposition du pouce sont complétement détruits depuis un temps assez long,

(*) Main droite d'un sujet atteint d'atrophie musculaire graisseuse progressive à une période peu avancée. Les muscles, court abducteur et opposant du pouce, sont atrophiés, ce qui a été mis en lumière par l'exploration électrique et par la dépression de l'éminence thénar. Il en est résulté que le premier métacarpien est plus rapproché du second.

(**) Main gauche du même sujet, qui est saine, et chez laquelle le relief de l'éminence thénar contraste avec la dépression de la même éminence, que l'on observe dans la figure 40. On voit aussi que le premier métacarpien est plus éloigné du second métacarpien dans la figure 41 que dans la figure 40.

comme on en voit un exemple dans la figure 42, l'éminence thénar est tout à fait aplatie, et le premier métacarpien est placé sur le même plan que le second métacarpien ; quelquefois même, son extrémité inférieure est située en arrière de lui. Enfin, ces os forment, avec le carpe, un angle ouvert en avant ; mais il n'est porté ni plus en dehors ni plus en dedans qu'à l'état normal. Le pouce suit nécessairement le premier métacarpien, mais ses phalanges restent dans leur attitude normale. Tels sont les phénomènes que j'ai eu fréquemment l'occasion d'observer.

Cette attitude pathologique du premier métacarpien est



Fig. 42 (*).

due à la prédominance tonique du long extenseur du pouce, qui, d'après mes recherches électro-physiologiques, non-seulement étend les deux phalanges du pouce, mais encore porte le premier métacarpien et le pouce obliquement en arrière et en dedans.

240. Voici une expérience qui fait ressortir l'action spéciale du long extenseur du pouce sur le premier métacarpien.

(*) Main d'un homme chez lequel l'atrophie musculaire graisseuse a détruit complétement les muscles de l'éminence thénar. On voit que le premier métacarpien a été entraîné sur le même plan que le second métacarpien, par le long extenseur du pouce encore vivant et antagoniste des muscles qui concourent à l'opposition du pouce. L'extrémité inférieure du premier métacarpien est même située en arrière du second. Ici le long extenseur du pouce est plus rétracté que dans la figure 43.

A l'état normal, lorsque le pouce est dans son attitude naturelle et qu'il n'est pas opposé aux doigts, on peut étendre sa deuxième phalange sur sa première, sans que le premier métacarpien soit mis en mouvement ; or, c'est ce qu'il est impossible d'obtenir chez l'homme qui a perdu ses muscles court abducteur et court fléchisseur du pouce ; car la plus légère extension volontaire de la deuxième phalange de son pouce imprime alors à ce pouce et à son métacarpien un mouvement de totalité dans le sens de l'action du long extenseur du pouce.

Il faut donc en conclure que l'extension isolée de la deuxième phalange du pouce ne peut se faire physiologiquement, sans la contraction synergique des muscles court abducteur et court fléchisseur du pouce. A l'état normal, c'est ce qui a lieu, et ce que l'on peut observer sur soi-même. Lorsqu'en effet, on étend volontairement la deuxième phalange sur la première, les muscles de l'éminence thénar se contractent, et quelquefois même, si l'extension de la phalange se fait avec un peu d'effort, le premier métacarpien exécute un petit mouvement d'opposition sous l'influence de la contraction synergique de ces muscles ; mais, si cette même phalange est étendue mécaniquement, c'est-à-dire si la force nerveuse volontaire reste étrangère à l'extension de cette phalange, on ne découvre plus la moindre contraction dans les muscles de l'éminence thénar.

Qui aurait deviné, si l'observation clinique n'était venue le démontrer, qu'un mouvement aussi simple que l'extension de la deuxième phalange ne peut se faire physiologiquement, sans la contraction synergique de plusieurs muscles de l'éminence thénar ? Ce fait est une preuve de plus en faveur de l'opinion que j'ai déjà émise, à savoir, que la force nerveuse

volontaire limite rarement, que jamais peut-être elle ne limite, son action dans un muscle.

En somme, par ces phénomènes pathologiques, il est démontré que les muscles opposant et court fléchisseur du pouce, sont, pour le premier métacarpien, les antagonistes ou plutôt les modérateurs nécessaires du long extenseur du pouce; car, sans eux, toute extension de la deuxième phalange entraînerait nécessairement l'extension du premier métacarpien et empêcherait les mouvements d'opposition de cet os.

**241**. De même que l'on a vu le premier métacarpien entraîné dans l'adduction, consécutivement à l'atrophie de ses abducteurs (long abducteur et portion externe du court extenseur du pouce), de même aussi la destruction des adducteurs et opposants (adducteur court abducteur, court fléchisseur et opposant du pouce), qui placent cet os dans une adduction ou dans une opposition plus ou moins grande, devrait donner une prédominance d'action à ses abducteurs. Mais l'observation clinique nous apprend qu'il n'en est pas ainsi, puisque l'on voit toujours, dans ce cas, le long extenseur entraîner le premier métacarpien dans le sens de son action, c'est-à-dire le rapprocher du second métacarpien en même temps qu'il en produit l'extension.

La même prédominance d'action exercée par le muscle long extenseur du pouce règne également, pendant les mouvements volontaires qui ont lieu sous l'influence de la contraction combinée de ce muscle et des abducteurs du pouce. Ainsi, lorsqu'on dit aux malades dont les muscles de l'éminence thénar sont atrophiés de porter leur métacarpien dans l'abduction, et en même temps d'étendre la dernière phalange du pouce, ce métacarpien, obéissant à l'action du long exten-

seur, est entraîné irrésistiblement dans l'extension ; mais le malade renonce-t-il à étendre sa dernière phalange, pendant qu'il veut porter le pouce en dehors, le premier métacarpien exécute à l'instant son mouvement d'abduction.

242. Lorsque l'atrophie des muscles de l'éminence thénar est arrivée à un certain degré, la prédominance de puissance tonique du long extenseur du pouce donne à la main de l'homme, pendant le repos musculaire, l'apparence d'une main de singe. En effet, non-seulement le premier métacarpien se place sur le plan du second métacarpien, mais encore le pouce exécute un mouvement de rotation sur son axe

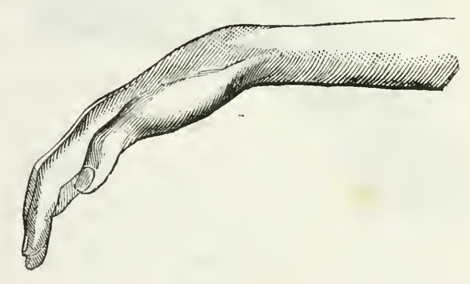


Fig. 43 (*).

longitudinal, en sens inverse du mouvement de rotation qui lui est imprimé par les muscles fixés au côté externe de la première phalange du pouce. Il en résulte que la face antérieure du pouce regarde directement en avant à la manière des doigts.

La figure 43, dessinée d'après nature, représente la main

(*) Cette figure représente une main d'homme dont les muscles de l'éminence thénar sont presque entièrement atrophiés, depuis plusieurs années. Il en est résulté que, sous l'influence de la force tonique non modérée du long extenseur du pouce, le premier métacarpien s'est mis sur le même plan que le second métacarpien, en tournant sur son axe longitudinal, de manière que la face dorsale du pouce regarde en arrière. On remarque que l'attitude du pouce de cette main a une grande ressemblance avec celle du pouce chez le singe (voy. fig. 43).

d'un malade dont les muscles de l'éminence thénar étaient en grande partie atrophiés depuis plusieurs années. On voit que le pouce, entraîné par son long extenseur, a complétement perdu son opposition ; qu'il s'est placé sur le plan des métacarpiens et formé pour ainsi dire un cinquième doigt. Sa main s'est, en quelque sorte, métamorphosée en une main de singe, ainsi qu'on peut le voir en la comparant à la figure 44, dessinée d'après la main d'un singe.

243. Les zoologistes philosophes ont vu une haute signi-



Fig. 44 (*).

fication dans la différence de longueur du pouce chez l'homme et le singe; ils en ont fait un caractère distinctif.

« La perfection de la main chez l'homme, dit le professeur Owen, est l'un de ses caractères physiques les plus particuliers. Cette perfection est due surtout à la constitution très-différente du premier doigt relativement aux quatre autres ; d'où résulte pour lui qu'il peut s'opposer aux autres doigts, comme pouce parfait. Un pouce opposable existe à la main de beaucoup de quadrumanes, mais il n'est ordinairement qu'un

(*) Main de singe vue de côté comme la main humaine déformée, qui a été représentée dans la figure 42. Chez le singe, la prédominance tonique normale du long extenseur du pouce aplatit la main, pour qu'elle soit toujours prête à ramper ; cette prétendue main n'est qu'une patte. (Vrolik. Chimpanzé.)

appendice, comparé à celui de l'homme. Il est relativement plus grand dans le gorille; chez ce singe, le pouce arrive un peu au-dessous de la première phalange du doigt indicateur, il n'atteint pas tout à fait l'extrémité inférieure du métacarpien du doigt indicateur dans le chimpanzé, l'orang ou le gibbon; il est relativement plus court dans les derniers singes sans queue. Dans l'homme, le pouce s'étend au delà du milieu de la première phalange de l'indicateur (1). »

On voit donc que, d'après Owen, il n'existe pas une bien grande différence de longueur entre le pouce du gorille, de l'orang et du chimpanzé, et entre le pouce de l'homme. Le pouce de ces singes est très-opposable, et remplirait au besoin les fonctions dont jouit le pouce de l'homme, s'il en possédait tous les mouvements, et surtout s'il était servi par la même intelligence.

244. Ce n'est pas non plus par les mouvements d'opposition volontaire du pouce, que la main de l'homme diffère de celle du singe. Spurzheim professait même que le singe exécutait ces mouvements avec autant de facilité et à peu près aussi complétement que l'homme.

C'est, selon moi, dans l'attitude du pouce, que l'on trouve les principaux caractères distinctifs de la main de ce dernier. Chez l'homme, en effet, le pouce, maintenu, pendant le repos musculaire, dans une demi-opposition (voyez la figure 35), se trouve ainsi, par son opposition à l'index et au médius, toujours prêt à tenir ou la plume qui traduit sa pensée, ou l'instrument avec lequel il exécute les mer-

(1) *Sur le gorille* (*troglodytes gorilla*), par le professeur Owen. (Extrait des *Annals and Magazine of naturel history*, 3e série, n° XIII, nov. 1859, p. 577, trad. par M. E. Deslonchamps, doyen de la Faculté des sciences de Caen.)

veilles d'habileté manuelle créées par son imagination. L'attitude du pouce, au repos, indique donc que chez l'homme la main est destinée à servir sa haute intelligence.

Chez le singe au contraire la main, au repos, rappelle la bête (voyez la figure 44); elle indique qu'il est destiné à marcher à quatre pattes, ou à grimper sur les arbres. En effet, l'attitude de son extension continue de son premier métacarpien, cette attitude, qui, pendant le repos musculaire, est due à la prédominance de force tonique de son long extenseur, permet au singe de poser sa main à plat sur le sol, sans effort et sans fatigue (1).

Si l'homme avait été destiné à grimper ou à marcher sur ses mains, son pouce eût été placé dans la même attitude que celui du singe. Pour poser la main à plat sur le sol, il lui faudrait contracter énergiquement son long extenseur du pouce avec force et d'une manière continue, ce qui lui occasionnerait bientôt une grande fatigue.

E. — Malgré le défaut d'action du court abducteur et de l'opposant du pouce, la portion externe du court fléchisseur du pouce jouit encore de la faculté d'opposer le pouce à chacun des doigts, — mais le premier métacarpien n'étant pas alors suffisamment incliné en avant, l'extrémité du pouce et celle des doigts ne peuvent être mises en rapport, sans que ceux-ci fléchissent leurs deux dernières phalanges, en même temps que les premières phalanges s'étendent. Cette attitude trouble et annule certains usages principaux de la main.

245. On a vu précédemment (page 213), à l'aide de l'expérimentation électro-physiologique, que les deux faisceaux musculaires qui se rendent au côté externe de la première phalange du pouce, non-seulement opposent le premier métacarpien au second, mais aussi qu'ils fléchissent cette pha-

(1) Il est vrai qu'en marchant sur ses quatre pattes, le gorille paraît s'appuyer habituellement sur la face dorsale de ses mains.

lange et l'inclinent latéralement sur le premier métacarpien, et enfin qu'ils étendent la deuxième phalange, de manière à l'opposer à chacun des doigts.

Mais quelle est comparativement la limite d'action de ces deux faisceaux musculaires du court abducteur et de la portion externe du court fléchisseur du pouce pour l'exécution de ces derniers mouvements, ou plutôt quelle est leur importance relative dans les usages de la main ? C'est ce que l'observation clinique apprend beaucoup mieux que l'expérimentation électro-physiologique.

246. Pour bien observer ce que peut faire, sous l'influence de la volonté, la portion du court fléchisseur du pouce qui se rend au côté de la première phalange, il me fallait rechercher comment se fait l'opposition du pouce, lorsqu'il est privé de son court abducteur; j'ai observé assez fréquemment l'atrophie ou la paralysie isolée de ce muscle, pour analyser exactement les troubles fonctionnels qui en sont la suite et que je vais exposer.

Le sujet dont le court abducteur et l'opposant du pouce sont atrophiés ou paralysés, peut opposer encore le pouce étendu à chacun des doigts. Lorsqu'il l'incline vers le petit doigt, on sent le faisceau externe du court fléchisseur du pouce se contracter, et s'il le ramène vers l'index, c'est le long abducteur du pouce dont on constate la contraction. Du côté malade, l'écartement du pouce en avant, à partir de l'extrémité de l'index étendu, est d'environ 10 centimètres, chez l'adulte, pour une main moyenne, tandis que du côté sain, le maximum de cet écartement du pouce en avant, sous l'influence de son court abducteur, est environ de 16 à 17 centimètres. Dans l'effort que fait le malade pour écarter le pouce de l'index, on voit se gonfler les fibres les plus supérieures du faisceau externe

du court fléchisseur du pouce, et l'on sent que son long abducteur se contracte synergiquement. Ce malade peut bien, il est vrai, écarter davantage son pouce de l'index à l'aide de ce long abducteur, mais alors le faisceau externe du court fléchisseur cesse de se contracter, et le pouce ne se trouve plus en opposition même avec l'index en dehors duquel il est au contraire placé.

247. Pour mettre en rapport l'extrémité de son pouce étendu avec l'extrémité de ses doigts, il est forcé (voy. la fig. 45) de fléchir les deux dernières phalanges de ceux-ci;

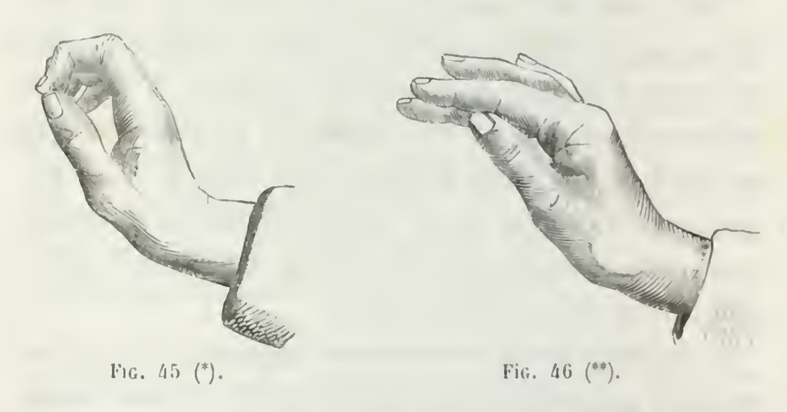


Fig. 45 (*). Fig. 46 (**).

mais vient-il à étendre ces dernières phalanges, pendant qu'il fléchit les premières phalanges, le pouce ne peut les suivre; alors son extrémité se trouve à peine au niveau de l'articulation de la deuxième avec la troisième phalange des doigts (voy. la fig. 46). On constate que l'impossibilité où il se trouve de maintenir en rapport la pulpe de son pouce et de

(*, **) Main d'un sujet dont les muscles court abducteur et opposant du pouce sont atrophiés. — Lorsque les premières phalanges de l'index et du médius étant infléchies, et les deux dernières phalanges étendues sur les premières, le malade voulait mettre l'extrémité de son pouce en rapport avec celle de ses doigts, la première n'atteignant que l'articulation des secondes phalanges avec la première phalange de l'index et du médius, comme dans la figure 45 ; il était alors forcé de donner à ses doigts l'attitude que l'on voit dans la figure 46.

ses doigts, provient du peu d'étendue du mouvement d'inflexion en avant du pouce et de son métacarpien.

Du côté sain, au contraire (à droite), si on lui fait réunir les doigts et le pouce, comme dans la figure 47, on voit qu'il peut étendre les deux dernières phalanges de ses doigts dont il fléchit les premières sur les métacarpiens, sans que la pulpe de son pouce cesse d'être en contact avec la pulpe de ses doigts. C'est que, de ce côté, le pouce et son métacarpien, ainsi qu'on le voit dans cette figure, sont beaucoup plus inclinés en avant que du côté opposé (voy. fig. 45 et 46). Cette antéflexion plus grande du pouce et de son métacarpien est produite, dans la figure 47, par la contraction énergique

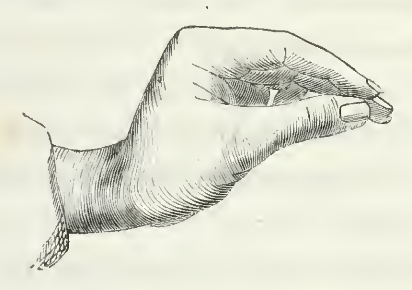


Fig. 47 (*).

du court abducteur du pouce, dont le relief se dessine sur l'éminence thénar. Ce relief contraste avec la dépression que présente l'éminence thénar du côté malade dans le point occupé par le court abducteur du pouce (voy. fig. 45 et 46). En s'inclinant en avant, le pouce et son métacarpien se placent alors dans une direction oblique de bas en haut et d'arrière en avant telle qu'ils présentent une longueur égale à celle des doigts étendus et inclinés à angle droit sur les métacarpiens.

(*) Attitude normale de la main humaine dont les pulpes du pouce et des doigts étendues, sont mises en contact et réunies en faisceau.

En résumé, il ressort de ces faits cliniques dans lesquels on observe les troubles fonctionnels dont je viens d'exposer l'analyse, que le faisceau externe du court fléchisseur du pouce oppose à chacun des doigts le pouce dont il étend en même temps la deuxième phalange, mais qu'il n'a pas le pouvoir de l'incliner assez en avant, comme dans la figure 47, pour mettre son extrémité en rapport avec l'extrémité de ses doigts fléchis sur les métacarpiens, et dont les deux premières phalanges sont étendues sur les premières.

248. L'expérimentation électro-physiologique nous avait appris déjà que le court abducteur du pouce possède seul ce pouvoir, et qu'avec le concours de l'opposant du pouce il exécute ce mouvement avec force; l'observation clinique vient de démontrer que c'est la fonction principale de ce muscle et que cette fonction est des plus importantes. Il suffit en effet d'un peu d'attention pour voir que sa paralysie ou son atrophie occasionne de la gêne, de la maladresse dans l'usage de la main.

On peut d'ailleurs faire sur soi-même l'expérience suivante : on tient, par exemple, une plume entre le pouce et les doigts, avec l'attitude représentée dans la figure 47,—c'est, on se le rappelle, la main d'un malade dont le court abducteur du pouce était atrophié, et dont les troubles qui se produisaient, quand il tenait une plume ou un crayon entre les doigts, viennent d'être exposés (244 et 245), — et l'on conserve cette attitude en écrivant; on ne tarde pas alors à éprouver une gêne extrême et une telle fatigue que la plume échappe bientôt des doigts. On remarquera de plus qu'en écrivant ainsi, l'étendue du trait d'avant en arrière, et *vice versâ*, est beaucoup plus limitée que lorsque le pouce plus incliné en avant par l'action de son court abducteur, peut suivre le mou-

vement d'extension des deux dernières phalanges des doigts fléchis sur les métacarpiens, comme dans la figure 47.

Il est bien d'autres usages, on le conçoit, qui se trouvent compromis par la perte du court abducteur du pouce. C'est ainsi que le sujet qui est privé de l'action de ce muscle est très-gauche, par exemple quand il veut saisir entre le pouce et les doigts un corps volumineux, ou introduire les doigts dans une tabatière, ou prendre une prise entre le pouce et l'index. En un mot, il est très-peu habile pour tout ce qui exige de la dextérité manuelle.

248. L'expérimentation électro-physiologique a déjà fait entrevoir quel doit être comparativement le degré d'utilité de chacun des muscles court abducteur et opposant du pouce (voy. 225). J'ai démontré que le muscle opposant n'exerce son action que sur le premier métacarpien, tandis que le court abducteur, tout en agissant sur le premier métacarpien comme le muscle précédent, étend en même temps la deuxième phalange du pouce, et incline latéralement la première phalange, qu'il fait tourner légèrement sur son axe, de manière à opposer la pulpe du pouce à celle des deux premiers doigts infléchis sur lui.

L'action combinée de l'opposant et du faisceau externe du court fléchisseur semblerait devoir produire une opposition du pouce analogue à celle du court abducteur. Ainsi, pendant que le premier muscle maintiendrait le métacarpien fléchi en avant sur le carpe, le second, inclinant latéralement la première phalange et étendant la seconde, ne pourrait-il pas alors opposer le pouce aux deux premiers doigts, à la manière du court abducteur?

L'observation clinique n'a pas confirmé cette théorie, car j'ai constaté que les sujets dont le court abducteur du pouce

était atrophié isolément ne pouvaient exécuter le mouvement d'opposition. Ils pouvaient placer le premier métacarpien en opposition, mais s'ils voulaient alors étendre la dernière phalange du pouce, dans le but de l'opposer à l'extrémité de l'index et du médius infléchis, comme dans la figure 47, le pouce, ramené un peu en arrière par la contraction de la portion externe du court fléchisseur, atteignait à peine la deuxième phalange des doigts, comme dans la figure 46. De ce fait il ressort que l'action combinée de l'opposant et du faisceau externe du court fléchisseur ne saurait suppléer au mouvement d'opposition produit par le court abducteur du pouce.

249. S'il est maintenant bien établi que le court abducteur du pouce est le seul muscle qui en produise l'opposition nécessaire aux principaux usages de la main, pour tenir la plume, le pinceau, le burin, l'aiguille, etc., l'observation clinique démontre, de son côté, combien le concours de l'opposant est utile à ce muscle pour mettre le pouce en rapport avec l'extrémité de l'index et du médius infléchis, comme dans la figure 47.

Voici comment j'ai été conduit à en faire la remarque. Une jeune fille, atteinte de la paralysie du muscle court abducteur et opposant du pouce du côté droit, avait ainsi perdu les principaux usages de sa main ; son pouce et son premier métacarpien étaient dans une attitude analogue à celle qui est représentée dans la figure 40, c'est-à-dire que son premier métacarpien était plus rapproché du second et un peu relevé en arrière. Par le fait de cette paralysie, elle ne pouvait plus tenir son aiguille. J'essayai de rétablir la fonction qu'elle avait perdue, à l'aide d'un appareil construit d'après les principes d'un système de prothèse que j'ai désigné sous le nom de

*prothèse musculaire physiologique.* J'en ai exposé ailleurs les principes et les différentes applications que j'en ai faites (1).

Ce système de prothèse musculaire, dans lequel la force élastique (ressorts à spirale métallique, ou caoutchouc vulcanisé, employés avant moi par Delacroix (2), Gerdy (3), Mellet (4) et M. Rigal (5)) repose en entier sur la connaissance des faits physiologiques, mis en lumière par les recherches électro-physiologiques et cliniques qui font le sujet de ce livre. Le fait que j'expose en ce moment en est une belle application.

Il s'agissait donc ici de remplacer l'action propre du court abducteur du pouce, et pour cela j'essayai d'imiter la nature. J'attachai alors à un gantelet (A, fig. 48), qui ne coiffait que le pouce de la main malade, une sorte de muscle court abducteur du pouce artificiel, dont le tendon 1, glissant dans une coulisse cousue sur la face palmaire et interne du gant A, suit la direction naturelle du court abducteur, et dont l'attache supérieure avait lieu dans le point anatomique (à l'extrémité supérieure et postérieure de la deuxième phalange du pouce, — ce fait anatomique sera démontré dans l'article suivant). — En tirant sur ce tendon artificiel je produisais tous les mouvements propres du court abducteur du pouce. J'attachai le ressort qui mettait ce muscle artificiel en action à la face antérieure d'une manchette B placée sur l'avant-bras. Ce ressort était assez tendu pour placer le pouce en opposition, de telle sorte que la pulpe de ce pouce se

(1) *De l'électrisation localisée*, seconde édition, appendice du chapitre XIX, page 828.

(2) Delacroix, *Dictionnaire des sciences médicales*, article ORTHOPÉDIE.

(3) Gerdy, *Traité des bandages*, 2e édit. Paris, 1837, t. I, p. 359.

(4) Mellet, *Manuel d'orthopédie*, 1835, p. 256.

(5) Rigal, *Bulletin de l'Académie de médecine*, 1840.

trouvait en rapport avec les deux premiers doigts que la malade inclinait sur lui.

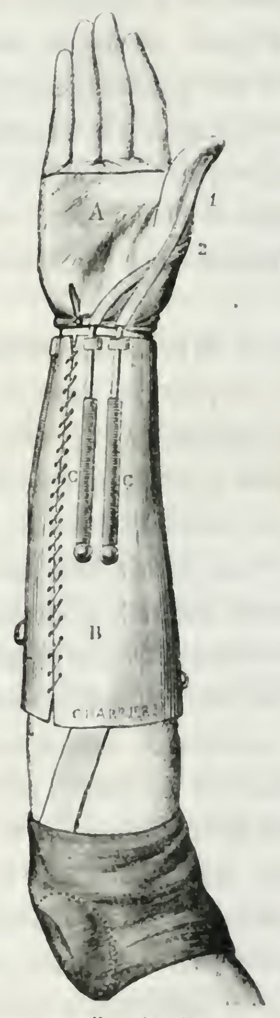



Fig. 48 (*).

(*) Gantelet prothétique du court abducteur et de l'opposant du pouce, destiné à suppléer ce muscle, lorsqu'il est paralysé — A, gant ne recouvrant que la main et le pouce ; B, manchette en cuir, à laquelle sont fixés les ressorts métalliques en spirales, destinés, le premier c, à tendre le tendon artificiel 1, qui remplace l'action du court abducteur du pouce atrophié, et le second, C, à tendre le tendon 2 artificiel, qui supplée l'opposant du pouce également atrophié.

Quand elle contractait les muscles antagonistes de l'opposition du pouce, le ressort cédait ; mais dès que cette contraction cessait, le pouce reprenait son attitude antérieure. Elle avait ainsi recouvré tous les mouvements paralysés, et pouvait coudre ou tenir une plume, comme dans la figure 49.



Fig. 49 (*).

Mais quelque temps après avoir fait usage de son *appareil*, elle éprouva, au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce, de la douleur et de la fatigue qui étaient évidemment dues à l'action exagérée et continue exercée sur l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce par le court abducteur artificiel du pouce. Imitant mieux la nature, je vins en aide à ce court abducteur artificiel avec un opposant artificiel du pouce, dont le tendon 2 (fig. 48), fixé sur le même gant, au niveau de l'extrémité supérieure et externe du premier métacarpien, glissait dans une coulisse qui avait la direction naturelle de l'opposant, et dont le res-

(*) Main qui, à l'aide du gantelet prothétique, représenté par sa face palmaire dans la figure 47, peut tenir la plume et écrire normalement, malgré l'atrophie du court abducteur et opposant du pouce.

sort *g* était attaché à la face antérieure de la manchette B. Produisant alors, à l'aide de ce ressort, l'opposition du premier métacarpien, je pus diminuer la tension du court abducteur artificiel du pouce 1, et dès ce moment la jeune fille put se servir de son petit appareil prothétique, sans douleur et sans fatigue. La figure 49 montre comment, à l'aide de cet appareil, elle pouvait tenir sa plume ou son pinceau ; — elle était coloriste. — Sa paralysie était traitée par la faradisation ; mais comme son appareil lui avait rendu l'usage de la main, surtout pour ses ouvrages à l'aiguille, elle suspendit son traitement, et, après quelques mois, elle était guérie.

**F. — Le défaut d'action du court fléchisseur du pouce prive le sujet du pouvoir d'opposer le pouce aux deux derniers doigts. — Alors l'intégrité du court abducteur du pouce permet encore d'opposer avec force la pulpe du pouce à la pulpe des deux premiers doigts infléchis sur les deux premiers métacarpiens, et dont les deux premières phalanges sont étendues ; les principaux usages de la main, la faculté d'écrire, de dessiner, de coudre, de tenir le burin, etc., sont conservés.**

250. L'atrophie ou la paralysie de la portion externe du court fléchisseur du pouce permet de juger, à l'aide de l'expérimentation électrique, quels sont la limite d'action et le degré d'utilité de son court abducteur, surtout pour le mouvement d'inclinaison en avant, qu'il imprime à ce doigt et au premier métacarpien.

Voici ce que l'on observe dans ce cas : Sous l'influence de la faradisation de l'opposant, le premier métacarpien est porté dans la flexion et dans l'adduction, mais les phalanges du pouce n'éprouvent aucun mouvement ; l'extrémité du pouce se trouve alors placée en dehors de l'index. — Si le rhéophore est posé sur le point correspondant au court abducteur du pouce, le mouvement du premier métacarpien est le

même que dans l'expérience précédente, mais la première phalange exécute en même temps un mouvement d'inclinaison antérieure et latérale, pendant que la seconde phalange s'étend. Le mouvement d'opposition est alors très-limité, car au maximum de contraction de ce muscle, l'extrémité du pouce ne répond à peu près qu'au médius.

Telle est la limite des mouvements que l'on peut obtenir par l'excitation électrique des muscles de cette éminence, tandis que du côté sain l'excitation du court fléchisseur du pouce fait incliner le pouce davantage, et de manière que sa pulpe atteint la base de la première phalange du petit doigt. — Le sujet ne peut imprimer au pouce de la main malade plus de mouvements volontaires qu'on en obtient par l'excitation électrique, c'est-à-dire qu'il n'arrive pas à le mettre en rapport avec les deux derniers doigts, quelque effort qu'il fasse.

Cette expérience clinique confirme ce qui était établi par l'expérience électro-physiologique, à savoir, que le court abducteur, de même que le faisceau externe du court fléchisseur du pouce, incline latéralement le pouce et étende sa dernière phalange, de manière à l'opposer aux doigts. Il démontre aussi que ce mouvement d'opposition par le court abducteur du pouce est limité aux deux premiers doigts.

Si le court abducteur du pouce n'a pas le pouvoir d'incliner latéralement le pouce jusqu'aux deux derniers doigts, comme le court fléchisseur du pouce, il possède une propriété bien plus importante, et dont est privé le court fléchisseur : celle d'incliner fortement le pouce en avant, propriété dont j'ai exposé précédemment l'utilité.

251. La fonction du court abducteur du pouce est d'une plus grande utilité que celle du court fléchisseur. L'observa-

tion clinique le prouve d'une manière évidente. Ainsi, quoique privé du faisceau externe de son court fléchisseur du pouce, le sujet se sert encore très-habilement de sa main pour écrire, pour dessiner, en un mot, pour tous les usages dans lesquels les doigts et le pouce doivent se toucher par leurs extrémités partiellement ou en masse, pendant qu'ils s'étendent; il ne paraît pas très-gêné par l'impossibilité où il se trouve d'opposer son pouce aux deux derniers doigts. Au contraire, l'individu dont le court abducteur est paralysé et qui peut opposer son pouce aux quatre doigts, grâce à l'intégrité de son court fléchisseur du pouce, est très-maladroit de sa main, et si cette affection existe à sa main droite, il en éprouve une grande gêne pour écrire ou pour coudre. C'est ce dont je me suis convaincu en essayant de faire exécuter à son pouce et à ses doigts les mouvements nécessaires à cette fonction.

G. — L'observation clinique fait connaître quel est comparativement le degré d'utilité du long fléchisseur du pouce et de l'adducteur du pouce.

252. Les sujets privés des muscles de l'éminence thénar s'efforcent toujours d'exécuter le mouvement d'opposition à l'aide du long fléchisseur du pouce; ils fléchissent énergiquement la deuxième phalange du pouce et faiblement la première; mais, quelque effort qu'ils fassent alors, leur premier métacarpien reste immobile.

Il ressort de ce fait, ce qui du reste est déjà établi par l'expérimentation électro-physiologique, que le muscle long fléchisseur du pouce n'exerce aucune action sur le premier métacarpien.

253. Si alors le malade veut opposer son pouce aux doigts, il fléchit fortement leurs dernières phalanges pour venir à sa rencontre, et peut ainsi mettre en rapport leur extrémité

avec celle du pouce. Ce mouvement est faible et fatigant, et avec cette attitude du premier métacarpien il ne peut rien tenir entre le pouce et les doigts.

La figure 50, dessinée d'après nature, donne une idée exacte de ce mouvement pathologique. Elle représente la main d'un sujet qui essaye d'opposer son pouce à l'annulaire et dont les muscles de l'éminence thénar sont complétement

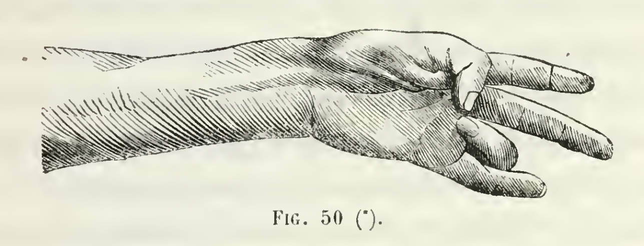


Fig. 50 (*).

atrophiés (ce sont les seuls muscles qui, chez ce malade, aient été atteints par l'atrophie musculaire graisseuse progressive, à son début).

Veut-il alors étendre la deuxième phalange de son pouce, les deux phalanges de ce dernier, ainsi que le premier métacarpien, sont entraînés par le long extenseur du pouce dans l'extension, dans le voisinage et en arrière du second métacarpien.

Ce fait clinique démontre le peu d'utilité du long fléchisseur du pouce, lorsqu'il est privé du concours des muscles de l'éminence thénar.

254. L'observation clinique va maintenant faire connaître exactement le degré d'utilité du long fléchisseur du pouce

(*) Main d'un sujet dont les muscles de l'éminence thénar sont atrophiés, et qui veut, malgré cette atrophie, opposer son pouce à ses doigts. Le long fléchisseur du pouce peut infléchir alors fortement la seconde phalange, et faiblement la première ; mais il est incapable d'imprimer aucun mouvement au premier métacarpien qui reste immobile. Le sujet ne saurait rien tenir solidement entre son pouce et ses doigts infléchis, comme on le voit dans cette figure.

dans la main humaine, en montrant les troubles fonctionnels qui sont les conséquences de son impuissance ou de son affaiblissement.

J'ai été consulté par un graveur, dont le tendon du long fléchisseur du pouce avait été entièrement coupé par un tesson de bouteille, depuis près d'une année, au niveau de la partie moyenne de la première phalange, et qui ne s'était pas réuni.

La deuxième phalange de son pouce ne pouvait être fléchie volontairement, et elle n'opposait aucune résistance aux efforts d'extension que l'on exerçait sur elle. Il ne pouvait rien serrer entre la pulpe de son pouce et ses doigts, sans que la deuxième phalange de ce pouce se renversât sur la première.

Eût-il eu d'ailleurs la force de tenir solidement son burin entre le pouce et les doigts, qu'il lui eût été impossible de le diriger d'avant en arrière, parce qu'il avait perdu la flexion de sa deuxième phalange, flexion nécessaire, on se le rappelle, au mécanisme du mouvement qui conduit le trait d'avant en arrière, lorsque l'on écrit, dessine, grave, etc. (voy. 230).

Il avait dû renoncer à son état de graveur, par le fait de la perte de son long fléchisseur du pouce, et venait me demander un conseil pour remédier à son infirmité. J'ajouterai qu'il ne pouvait écrire en tenant sa plume comme d'ordinaire, c'est-à-dire entre l'extrémité du pouce et des doigts. Il la plaçait entre la première phalange de son pouce et celle de son index.

Bien d'autres usages manuels qui exigent de la délicatesse, comme de ramasser une épingle, de tenir une aiguille entre les doigts, et surtout de coudre, étaient perdus ou difficiles.

Dans deux autres cas analogues, j'ai constaté les mêmes troubles fonctionnels.

Un pianiste est venu me consulter pour une faiblesse du

pouce droit, seulement dans les usages délicats de la main. Lorsque, voulant tirer de son piano un son puissant, il appuyait fortement sur les touches du clavier, sa deuxième phalange se renversait sur la première, et n'obtenait qu'un son faible. De plus, il tenait difficilement sa plume entre son pouce et ses doigts et se fatiguait vite en écrivant. Je constatai cependant qu'il pouvait encore fléchir sa deuxième phalange, mais que ce mouvement se faisait avec faiblesse. Il était atteint d'une atrophie musculaire graisseuse progressive, qui avait déjà détruit quelques muscles du tronc, et son long fléchisseur du pouce commençait à s'atrophier. Ayant pu suivre ce malade assez longtemps, j'ai vu plus tard l'atrophie complète de son long fléchisseur du pouce produire les mêmes troubles fonctionnels que dans les cas précédents.

En somme, ces faits cliniques démontrent que le long fléchisseur du pouce est l'un des muscles qui sont essentiellement destinés, chez l'homme, aux usages manuels les plus délicats : à tenir et à conduire la plume, le crayon, le pinceau, l'aiguille, etc.; qu'il aide, en un mot, à l'exécution des travaux manuels qui sont à la hauteur de son intelligence supérieure.

255. Je dois me hâter de dire que l'impuissance de ce muscle n'occasionne aucune faiblesse, aucun trouble fonctionnel dans les autres usages du pouce, car j'ai constaté que tous les sujets dont il vient d'être question avaient conservé intacte la puissance de flexion et d'opposition et d'adduction de la première phalange et du premier métacarpien, malgré la perte du long fléchisseur du pouce. Aussi serraient-ils fortement les objets qu'ils tenaient entre la première phalange du pouce et les doigts.

256. Un savant dont la science pleure la mort récente,

P. Gratiolet, a signalé une disposition anatomique du long fléchisseur du pouce qui révèle une différence profonde et réellement typique entre l'homme et les singes les plus élevés.

« Chez les singes, dit-il, le pouce est fléchi par une division » oblique du tendon commun du muscle fléchisseur commun » des autres doigts. Il est donc entraîné dans les mouve- » ments communs de flexion et n'a aucune liberté. Le même » type est réalisé dans le gorille et dans le chimpanzé, mais » ce petit tendon qui meut le pouce est réduit chez eux à un » filet tendineux qui n'a plus aucune action, car son origine » se perd dans les replis synoviaux des tendons fléchisseurs » des autres doigts, et il n'aboutit à aucun faisceau muscu- » laire (1) ; *le pouce s'affaiblit donc d'une manière notable dans* » *ces grands singes*. Chez aucun d'eux il n'y a aucune trace » de ce grand muscle indépendant qui meut le pouce dans » l'homme. Et loin de se perfectionner, ce doigt si caracté- » ristique de la main humaine semble chez les plus élevés » de tous ces singes, les Orangs, tendre à un anéantissement » complet. Ces singes n'ont donc rien dans l'organisation de » leur main qui indique un passage aux formes humaines, et » j'insiste à ce sujet, dans mon mémoire, sur les différences » profondes que révèle l'étude des mouvements dans les » mains formées pour des accommodations d'ordre absolu- » ment distinct. »

Ces faits ont permis à Gratiolet d'affirmer avec une conviction fondée sur une étude personnelle et attentive de tous

(1) M. Auzoux vient de me montrer, sur un gorille qu'il dissèque en ce moment, que ce petit tendon se perd dans le faisceau de l'index qui provient du fléchisseur superficiel des doigts. Lequel des deux faits anatomiques découverts par Gratiolet et par M. Auzoux appartient à l'état normal ?

les autres faits connus, que l'anatomie ne donne aucune base à cette idée si violemment défendue de nos jours, d'une étroite parenté entre l'homme et le singe dit anthropoïde.

Le caractère distinctif de la main de l'homme et de la main du singe, que j'avais tiré de l'attitude du pouce au repos musculaire (voy. 241, 242 et 243), a incontestablement moins d'importance que celui qui s'appuie sur l'absence d'un long fléchisseur du pouce indépendant chez le singe. Il n'en conserve pas moins cependant la valeur que je lui ai donnée. La vérité de la proposition qui m'a paru en ressortir, à savoir, que la prétendue main du singe n'a jamais été qu'une patte, acquiert une nouvelle force avec l'appui du fait anatomique signalé par l'éminent zoologiste.

Mais c'est surtout par des considérations physiologiques que la preuve de cette assertion devait être faite ; il est à regretter que Gratiolet les ait entièrement négligées. Il y a vraiment lieu d'être surpris qu'un observateur aussi fin se soit contenté d'un fait anatomique pour en tirer des déductions philosophiques d'un ordre si élevé, lorsqu'il pouvait les appuyer sur des considérations physiologiques à la hauteur du sujet dont il avait à traiter. — Gratiolet a dit seulement du long fléchisseur du pouce que son absence est une cause d'affaiblissement pour le pouce, quand ce muscle sert la pensée !

Il importe de rechercher quelle a pu être l'intention du Créateur en privant le singe d'un muscle dont il a doté la main de l'homme. Or, rien n'est plus facile, avec les données fournies par l'exploration électro-physiologique et l'observation clinique. — Ces données ont été exposées dans le mémoire sur la main adressé par moi à l'Académie des sciences et à l'Académie de médecine en février 1851, et publié dans

les *Archives générales de médecine* (1); elles ont été reproduites et développées ci-dessus (251, 253 et 254). — Il en est ressorti, en effet, que ce muscle fléchit seulement la deuxième phalange du pouce avec force et qu'il n'exerce aucune action sur le premier métacarpien; qu'isolément il ne peut être d'aucune utilité, mais qu'avec le concours d'autres muscles moteurs du pouce et du premier métacarpien, il est principalement destiné, chez l'homme, aux usages manuels les plus délicats et à la hauteur de son intelligence, par exemple, à tenir et à diriger la plume, le pinceau, le burin, l'aiguille, etc. Quelle eût donc été, pour la main du singe, l'utilité d'un muscle destiné à l'exécution de travaux manuels qui exigent l'intelligence de l'homme?

Dire que, privé d'un long fléchisseur, le pouce est affaibli, c'est commettre une erreur physiologique; l'observation clinique l'a démontré (254). Ne sait-on pas, d'ailleurs, que le gorille serre avec une grande puissance les corps qu'il saisit entre son pouce et ses doigts? C'est ainsi qu'armé d'un énorme bâton, il attaque son ennemi. Owen rapporté même qu'un gorille, dans les convulsions de l'agonie, avait broyé avec ses mains le canon d'un fusil qui venait de le frapper mortellement.

257. L'intégrité de l'adducteur du pouce permet encore au pouce de rendre quelques services, malgré l'absence des autres muscles de l'éminence thénar. Les malades peuvent, dans ce cas, tenir assez solidement les objets qu'ils placent entre la première phalange du pouce et la paume de la main; ils parviennent, en contractant énergiquement leur adducteur et en appliquant le pouce sur le côté externe du second mé-

(1) *Arch. gén. de méd.*, mars, avril et juillet 1852.

tacarpien, à atteindre l'index, qui vient à sa rencontre en courbant fortement ses deux dernières phalanges, et en renversant la première sur le second métacarpien, comme dans la figure 51.

J'ai donné des soins à un tailleur dont les muscles opposants, court abducteur et court fléchisseur du pouce de la main gauche, étaient atrophiés, et qui dut à la conservation de son adducteur du pouce la possibilité de travailler un peu ; il tenait assez solidement son drap entre le pouce et l'index de la main malade, en imprimant à ces derniers les mouvements que je viens de décrire. (Il était heureusement gaucher avant

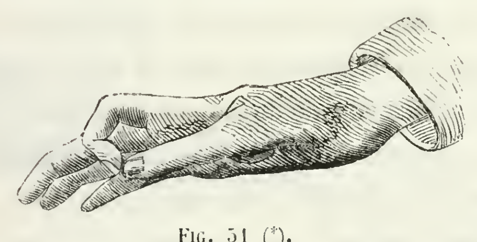


Fig. 51 (*).

son accident, et habitué conséquemment à tenir son aiguille de la main gauche.)

L'observation de ce malade est des plus intéressantes, parce qu'ayant vu naître et disparaître les troubles fonctionnels que j'ai analysés dans ce chapitre, au point de vue physiologique, j'ai pu en suivre toutes les évolutions et en analyser les causes et le mécanisme. Elle me paraît digne de figurer ici, surtout afin de compléter la démonstration des

(*) Main d'un sujet dont le long fléchisseur du pouce et les muscles de l'éminence thénar sont atrophiés, moins l'adducteur du pouce. En rapprochant son premier métacarpien du second, il peut, avec son pouce étendu, atteindre l'index dont les deux dernières phalanges s'infléchissent sur lui, pour saisir ainsi les objets avec un peu de force.

propositions que j'ai formulées dans quelques-uns des paragraphes précédents.

Ce malade avait eu, consécutivement à la réduction d'une luxation scapulo-humérale, une paralysie des mouvements du membre supérieur gauche, qui, un mois après l'accident, était tout aussi complète qu'au début. Ce fut alors que j'essayai l'action thérapeutique de la faradisation localisée, qui fut appliquée sans aucun résultat immédiat. Peu de temps après, en effet, le bras, l'avant-bras et la main étaient considérablement atrophiés, les muscles du bras et de l'avant-bras ne présentaient aucun de ses reliefs musculaires ordinaires; le toucher n'y retrouvait pas l'élasticité musculaire; la main était à peu près desséchée, les éminences thénar et hypothénar avaient disparu; les tendons fléchisseurs faisaient saillie dans la paume de la main; la face dorsale de la main était profondément sillonnée au niveau des espaces interosseux. Aucun des muscles du bras, de l'avant-bras et de la main, ceux du moins qu'on supposait exister encore, ne se contractait ni sous l'influence de la volonté, ni par la faradisation localisée, portée alternativement sur les points qu'ils occupent et sur les nerfs qui les animent. Enfin, sa main desséchée avait pris l'attitude d'une main de cadavre (voy. fig. 52).

Je passe sur les troubles fonctionnels de la sensibilité, de la calorification et de la circulation veineuse de ces mêmes régions, pour ne pas sortir de mon sujet.

Sous l'influence de la faradisation localisée, la nutrition, la sensibilité et la chaleur normales, et ensuite le mouvement, revinrent successivement dans les muscles du bras, de l'avant-bras et de la main.

Voici les modifications importantes qui se manifestèrent dans l'attitude des doigts et du pouce à la suite de la guérison

graduelle des principaux muscles qui meuvent les doigts et le pouce.

Avant le retour de la nutrition, tous les muscles qui meuvent les doigts et le pouce étant également atrophiés et ne sollicitant ces derniers dans aucune direction, la main avait pris l'attitude de celle d'un cadavre, comme dans la figure 52. Sous l'influence de la faradisation localisée, les muscles fléchisseurs et extenseurs des doigts revinrent les premiers à la vie.

Sitôt qu'ils commencèrent à donner signe d'existence, les premières phalanges des doigts se renversèrent sur les métacarpiens, tandis que les deux dernières prirent une attitude

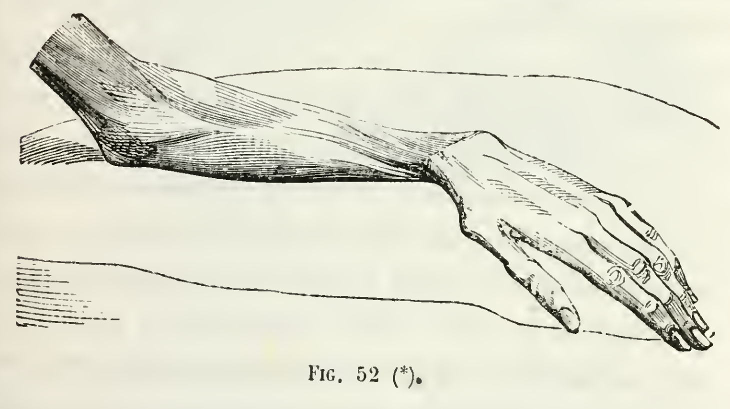


FIG. 52 (*).

fléchie. Dans l'espace de quelques mois, ces phénomènes s'exagérèrent de plus en plus, au point que la main avait la forme d'une griffe (voy. la fig. 53). De plus, les premières phalanges qui, avant le retour des extenseurs des doigts, pouvaient être fléchies mécaniquement à angle droit sur les métacarpiens, ne possédaient plus qu'un mouvement de flexion très-limité. L'obstacle qui s'opposait à ce mouvement de flexion des premières phalanges paraissait provenir d'une

(*) Attitude cadavérique d'une main dont tous les muscles moteurs sont paralysés et atrophiés, consécutivement à une luxation scapulo-humérale.

hypertrophie en avant de la tête des métacarpiens, que l'on voyait saillir dans la paume de la main, et qu'on reconnaissait encore mieux au toucher. Pendant la contraction des extenseurs des doigts, ces phénomènes pathologiques s'exagéraient encore. D'un autre côté, les fléchisseurs agissaient très-énergiquement sur les deux dernières phalanges, mais ils n'exerçaient aucune action appréciable sur les premières.

Cette difformité existait depuis longtemps, lorsqu'enfin la nutrition commença à reparaître dans les muscles des espaces interosseux. Alors, de même qu'on avait vu le développement progressif de la griffe coïncider avec le retour des muscles extenseurs et fléchisseurs des doigts, de même aussi les phalanges reprirent peu à peu leur attitude normale, en raison du degré de développement des muscles interosseux, et sans doute aussi des lombricaux, car la nutrition renaissait à la paume de la main aussi bien qu'à sa face dorsale. L'obstacle mécanique occasionné par l'hypertrophie de la tête des métacarpiens, et qui s'opposait à la flexion des premières phalanges, diminua de jour en jour. Aujourd'hui le malade les fléchit volontairement à angle droit. Quant aux deux dernières phalanges, elles s'étendent sur les premières presque aussi complétement que du côté sain (voy. les trois derniers doigts de la figure 54). J'ajouterai, pour en finir avec les interosseux, que l'écartement et le rapprochement des doigts se faisaient assez bien.

Pour le pouce, voici les changements successifs que j'observai dans son attitude, sous l'influence de la guérison progressive de ses différents muscles.

Le long fléchisseur du pouce annonça le premier son retour à la vie en fléchissant la première phalange du pouce et un peu la seconde, mais sans exercer d'influence sur l'attitude

du premier métacarpien, qui n'était sollicité dans aucun sens. Après lui, le long extenseur du pouce se développa assez rapidement, et alors les phalanges se placèrent dans leur attitude normale ; mais le premier métacarpien se renversa, ou plutôt se subluxa sur le carpe, en faisant en avant un angle sortant (voy. fig. 53). Cet angle, formé par l'extrémité supérieure de ce métacarpien, était d'autant plus saillant, que la masse musculaire de l'éminence thénar avait complétement disparu. L'adducteur du pouce, apparaissant à son

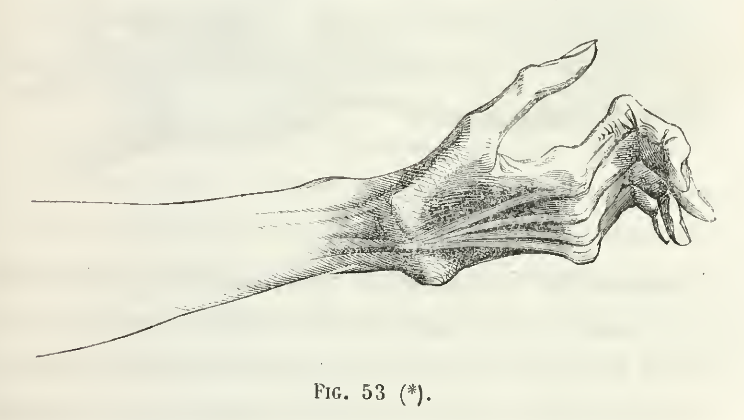


FIG. 53 (*).

tour, rapprocha davantage le premier métacarpien du second. Malgré l'action du court extenseur et du long aoducteur du pouce, qui bientôt aussi se développèrent à leur tour, l'attitude du premier métacarpien continua à être commandée par le long extenseur du pouce. Cet état est resté stationnaire pendant plusieurs mois, le malade ayant interrompu par

(*) Attitude des doigts et du pouce chez le sujet dont la main et l'avant-bras, complétement paralysés, ont été représentés dans la figure 52, dont les muscles extenseurs commun et propres des doigts et long extenseur du pouce, ont recouvré les mouvements volontaires sous l'influence de la faradisation localisée, mais dont les interosseux, les muscles des éminences thénar et hypothénar, et le long fléchisseur du pouce sont encore atrophiés et paralysés. Les doigts ont pris la forme de griffes, les phalanges du pouce et le premier métacarpien sont dans une extension complète.

un long intervalle de temps son traitement électrique. Mais, depuis la reprise de ce traitement, la masse musculaire de l'éminence thénar commença à se montrer, ce qui se constata par la vue et par le toucher; il en résulta déjà un changement dans l'attitude du premier métacarpien, qui est évidemment moins renversé sur le carpe, la prédominance du long extenseur du pouce étant modérée par les muscles de cette éminence thénar.



Fig. 54 (*).

Il commençait à exécuter le mouvement d'opposition du pouce, lorsque son traitement fut encore suspendu. La figure 54 montre qu'il pouvait alors opposer le pouce à l'index.

J'ai déjà décrit ci-dessus les mouvements que ce malade pouvait faire exécuter à son pouce et à son métacarpien privés des muscles court abducteur, court fléchisseur et opposant. — J'ajouterai, en finissant, que le premier métacarpien a éprouvé, dans son écartement du second métacarpien, une grande résistance de la part de la peau qui s'est rétractée, consécutivement sans doute à l'attitude de rapprochement qu'il a longtemps conservée.

(*) Main paralysée qui, à une période plus avancée du traitement, a recouvré, en outre des muscles ci-dessus dénommés (voy. fig. 53), les interosseux, le long fléchisseur du pouce, une partie des muscles de l'éminence thénar et hypothénar. Cette figure montre que le sujet peut étendre complétement ses doigts et n'opposer son pouce qu'à la deuxième phalange de l'index, son court abducteur du pouce étant encore paralysé.

En résumé, si malgré les expériences et les faits nombreux qui ont été exposés dans ce chapitre, il était resté quelques doutes sur l'importance réelle que l'on doit accorder à chacun des muscles qui meuvent les doigts et le pouce, pour le maintien de leur attitude naturelle, la lecture de cette observation suffirait pour les dissiper.

## ARTICLE V.

### CONSIDÉRATIONS ANATOMIQUES ET HISTORIQUES SUR LES MUSCLES MOTEURS DES DOIGTS ET DU POUCE DE LA MAIN.

Il n'est assurément pas un anatomiste qui n'ait déjà remarqué le désaccord existant entre les données anatomiques reçues actuellement dans l'enseignement et la plupart des faits qui découlent de mes expériences électro-physiologiques et de mes observations cliniques sur les fonctions des muscles moteurs des doigts et du pouce de la main de l'homme.

Cependant il règne un tel accord entre ces expériences et ces faits cliniques, que je n'ai pas un seul instant douté, au début même de mes recherches, que les descriptions anatomiques, alors en honneur dans l'enseignement, étaient erronées ou incomplètes..

Des dissections inspirées par mes recherches sont venues par la suite réaliser mes prévisions. Elles ont réhabilité, pour ce qui a trait aux interosseux et aux lombricaux, des faits anatomiques vieux de plusieurs siècles, comme je le prouverai bientôt, et trop tôt oubliés ou passés sous silence par la plupart des auteurs modernes et surtout par nos contemporains; elles ont complété des faits qui intéressent les muscles de

l'éminence thénar, faits également oubliés et qui avaient été découverts par des anatomistes modernes.

Tous ces faits anatomiques m'ont permis d'expliquer le mécanisme de l'action propre des muscles moteurs des doigts, conformément aux faits électro-physiologiques et cliniques exposés précédemment.

### § 1. — Extenseurs commun et propres, fléchisseurs sublime et profond des doigts.

258. Les anatomistes ont cru généralement jusqu'à ce jour que les extenseurs et les fléchisseurs des doigts (extenseur commun, extenseurs propres de l'index et du petit doigt, fléchisseurs sublime et profond) étendaient ou fléchissaient exclusivement les trois phalanges. Si quelques-uns d'entre eux ont pensé que d'autres muscles (les lombricaux et les interosseux) prenaient part au mouvement d'extension ou de flexion des phalanges, ils n'en ont pas moins professé, de même que les premiers : 1° que les tendons latéraux des doigts qui se séparent du tendon moyen pour aller se fixer à la face postérieure de la dernière phalange, étant sous la dépendance des extenseurs des doigts, ces derniers muscles devaient être, en conséquence, considérés comme les extenseurs réels des trois phalanges; 2° que les fléchisseurs agissaient avec une égale puissance sur ces trois phalanges.

259. J'ai démontré combien il serait fâcheux qu'il en fût ainsi, car la plupart des usages des doigts de la main nécessitent, on le sait (voy. 186), des mouvements simultanés d'extension des premières phalanges et de flexion des deux dernières et *vice versa*. Or, si les extenseurs commun et propres, et les fléchisseurs superficiel et profond agissaient également sur les trois phalanges, il en résulterait un antagonisme

nuisible à la légèreté et à la dextérité manuelles. Il fallait donc que ces mouvements des phalanges en sens inverse fussent indépendants ; j'ai prouvé que cette indépendance physiologique existe réellement.

260. L'expérience électro-physiologique qui permet d'apprécier la puissance relative des extenseurs commun et propres sur chacune des phalanges, consiste, on se le rappelle (voy. 172), à placer le poignet et les doigts dans une flexion forcée, pendant que l'on excite la contraction de ces muscles. On a vu alors les deux dernières phalanges s'étendre sur les premières, puis celles-ci sur les métacarpiens, qui, à leur tour, ont été entraînés dans l'extension sur le carpe et sur l'avant-bras; mais sitôt que le métacarpe est arrivé à une direction parallèle avec l'avant-bras, la dernière phalange a commencé à s'infléchir sur la seconde, et celle-ci sur la première, et cette flexion des deux dernières phalanges a augmenté d'autant plus que le poignet s'est renversé davantage sur l'avant-bras ; dès lors, quelque énergique qu'ait été la contraction des extenseurs commun et propres des doigts, on a obtenu seulement l'extension de la première phalange.

Les expériences analogues que j'ai faites sur le cadavre, ont donné des résultats semblables. Au lieu de me servir de l'excitation électrique pour faire contracter l'extenseur commun et les extenseurs propres de l'index et du petit doigt, j'ai tiré sur les tendons de ces muscles, dans un membre de cadavre encore pourvu de tout son appareil musculaire. Si la main se trouvait alors placée sur la même ligne que l'avant-bras, les doigts, fléchis préalablement, commençaient à peine à s'étendre, que déjà le redressement des dernières phalanges n'avait plus lieu. Les premières seules s'étendaient sur le métacarpe, en même temps que celui-ci se

renversait sur l'avant-bras et les deux dernières phalanges de chaque doigt se fléchissaient et se courbaient de plus en plus en proportion des efforts de traction que l'on exerçait. Il fallait placer le poignet dans une forte flexion pour obtenir, par ce procédé, l'extension complète des trois phalanges, laquelle cessait aussitôt que la traction commençait à incliner la main en arrière.

Ces expériences cadavériques ont été faites aussi par MM. Cruveilhier et Bouvier avec les mêmes résultats. Elles dépouillent, comme l'avait déjà fait l'expérimentation électro-physiologique, les longs extenseurs des doigts d'une grande partie de l'action qu'on leur avait attribuée jusqu'à ce jour.

L'anatomie aurait encore pu ici devancer l'électro-physiologie, à laquelle personne ne refusera l'honneur d'une découverte qui a jeté un si grand jour sur le mécanisme des mouvements des doigts, au point de vue des usages de la main et de l'étude de ses paralysies musculaires partielles.

261. Comment concilier les faits qui ressortent de ces expériences avec les dispositions anatomiques en vertu desquelles les tendons des extenseurs des doigts semblent devoir étendre fortement les trois phalanges?

Il est très-vrai que les bandelettes latérales qui vont à la phalangette, et que l'on croyait appartenir en entier au tendon de l'extenseur commun des doigts, proviennent, en grande partie, des interosseux et des lombricaux — je reviendrai (bientôt) sur ce fait anatomique, principalement au point de vue historique; — mais cette donnée anatomique ne rend pas complétement raison des phénomènes observés dans les expériences précédentes. Ces bandelettes sont, en effet, intimement unies avec le tendon médian des extenseurs com-

mun et propres des doigts, lequel s'attache à la seconde phalange ; il en résulte qu'une traction exercée sur ce tendon médian doit nécessairement se transmettre avec une certaine force aux bandelettes qui vont aux dernières phalanges. Voici l'explication des phénomènes observés dans les expériences ci-dessus relatées (260).

Deux causes modèrent ou neutralisent en partie ce mouvement d'extension que le tendon médian semble devoir imprimer aux deux dernières phalanges des doigts. L'une est dynamique et l'autre anatomique ; je vais le démontrer dans les sous-paragraphes suivants.

262. J'avais dit que la flexion des deux dernières phalanges, qui se produit pendant le renversement du poignet sur l'avant-bras, et malgré la contraction des extenseurs des doigts, est occasionnée par la résistance tonique ou par le défaut d'extensibilité des fléchisseurs sublime et profond.

L'exactitude de cette explication se démontre, sur le cadavre, en divisant les deux tendons fléchisseurs de l'un des doigts et en montrant que l'extension des deux dernières phalanges de ce doigt s'obtient alors par une traction exercée sur son tendon extenseur, dans quelque degré d'extension qu'on ait placé le métacarpe et la première phalange. Cette expérience est représentée sur le médius de la figure 56.

263. En outre, tout semble avoir été prévu dans les dispositions anatomiques des tendons des extenseurs commun et propres, pour neutraliser, jusqu'à un certain point, leur action sur la deuxième phalange et sur les bandelettes latérales. Avant d'entrer dans les détails anatomiques qui viennent à l'appui de cette assertion, il n'est pas sans utilité de rapporter ici les expériences mécaniques, assez curieuses, qui m'ont révélé ce fait important. Cette relation prouvera d'ail-

leurs une fois de plus que le hasard préside souvent aux découvertes.

Un jour l'idée m'est venue de produire artificiellement, comme dans les expériences cadavériques ci-dessus décrites (260), les mouvements en sens inverse d'extension des premières phalanges et de flexion des deux dernières, sur le squelette d'une main humaine, attachée à son avant-bras, et dont les différentes pièces osseuses avaient été rassemblées de manière à permettre tous les mouvements naturels des phalanges digitales ou à produire artificiellement les paralysies des muscles qui les meuvent (voy. fig. 55). Je m'imaginais que rien ne devait être plus facile, et qu'il me suffirait, pour cela, d'imiter la nature.

J'attachai aux phalanges digitales, dans les points anatomiques, des tendons artificiels (cordes à boyaux, 1, 1'), que je fis passer dans des petits anneaux fixés sur les faces postérieures et antérieures de ces phalanges, suivant la direction des tendons des extenseurs des doigts, et des fléchisseurs superficiel et profond. A ces tendons artificiels, je reliai des ressorts métalliques à spirales, 2, 2', que je fixai à l'avant-bras, autant que possible, suivant les données anatomiques. Je pouvais tendre graduellement, au moyen de visses longues de plusieurs centimètres 3, 3', ces ressorts destinés à imiter, par leur tension plus ou moins grande, la contraction ou la force tonique des muscles qu'ils figuraient.

Les choses étant ainsi disposées, voici l'expérience que j'ai faite sur l'un des doigts, et qui répétée sur les autres, a donné les mêmes résultats.

Après avoir tendu légèrement les cordes des fléchisseurs sublime et profond avec une force à peu près égale à la résistance tonique que ces muscles opposent à toute élonga-

tion, j'ai tiré sur la corde de l'extenseur de ce doigt; alors

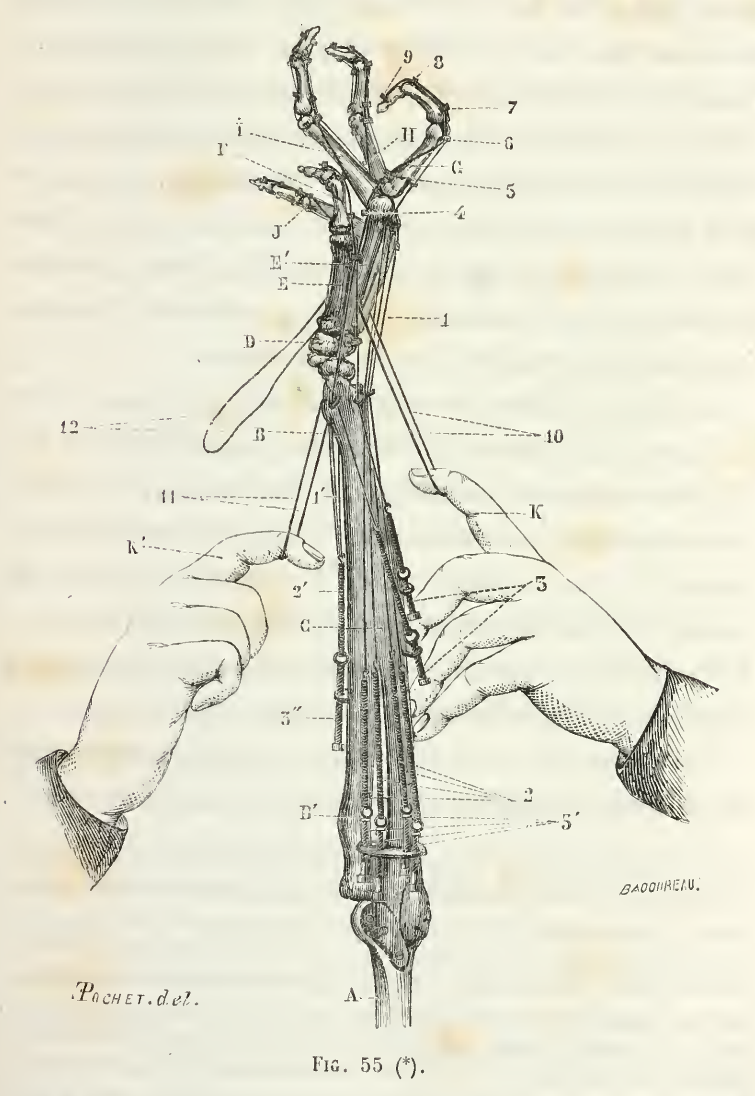



Fig. 55 (*).

(*) Main de squelette avec son avant-bras, sur laquelle on peut, à l'aide de muscles artificiels (cordes à boyaux et ressorts, dont les tendons sont attachés et dirigés suivant les données anatomiques exactes), produire les mouvements naturels des phalanges ou imiter les déformations consécutives à la paralysie de leurs muscles moteurs. — A, extrémité inférieure de l'humérus; B, B', radius; C, cubitus; D, carpe; E, premier métacarpien; E', second métacarpien; F, pouce; G, index; H, annulaire; I, médius; J, auriculaire; K, mon doigt de la main

au lieu des mouvements d'extension de la première phalange et de flexion des deux dernières, mouvements qui s'étaient produits dans des conditions que je croyais analogues, dans les expériences électro-physiologiques (172) et cadavériques (260) faites sur l'extenseur commun des doigts, *j'ai vu la deuxième phalange se redresser fortement sur la première et la troisième phalange s'infléchir seule sur la deuxième* (voy. l'annulaire, H, de la figure 55). En tirant plus fortement sur cet extenseur, les deux premières phalanges étendues se redressaient sur le métacarpien.

Ce résultat — bien inattendu pour moi, je l'avoue, — me prouva que la résistance à l'élongation, opposée par les fléchisseurs sublime et profond, était insuffisante, à elle seule, pour empêcher le redressement de la deuxième phalange, pendant le raccourcissement de l'extenseur commun des doigts; elle me fit entrevoir que, par un mécanisme qui m'était inconnu, l'action du tendon médian devait s'exercer uniquement ou principalement sur la première phalange.

Je m'assurai que ce fait était réel, en coupant, sur des mains de cadavres, les tendons de l'extenseur commun des doigts,

droite; K', mon doigt de la main gauche; 1, tendons artificiels (cordes à boyaux de l'extenseur commun des doigts; 1', cordes représentant les fléchisseurs des doigts; 2' et 2, ressorts reliés aux cordes qui représentent les extenseurs et les fléchisseurs des doigts, et qui tendent ou relâchent graduellement ces cordes à l'aide des visses 3, 3'', 3'; 4, 5, 6, 7, 8, 9, petits anneaux fixés dans différents points des métacarpiens et des phalanges, suivant la direction anatomique des tendons interosseux et lombricaux, et dans lesquels passent les cordes destinées à remplacer ces petits muscles; 10, cordes figurant les interosseux du médius I, sur lesquelles tire mon indicateur droit K: 11, cordes figurant les interosseux de l'auriculaire J, sur lesquelles tire mon indicateur gauche; 12, cordes figurant les interosseux de l'index dans un relâchement complet, en d'autres termes, paralysés. En raison de cette paralysie artificielle, l'index G, dont les extenseurs et les fléchisseurs sont tendus par leurs ressorts, prend l'attitude de la griffe, comme on l'observe chez les individus dont les interosseux sont paralysés et qui veulent étendre les doigts.

au niveau de la partie moyenne de la première phalange, c'est-à-dire au-dessous de leur attache à la partie supérieure et postérieure de la première phalange, et en constatant qu'alors les tractions exercées sur ces tendons redressaient puissamment les premières phalanges des doigts.

264. J'ai cherché, dans les descriptions anatomiques, par quel artifice la nature pouvait être arrivée à produire cette extension des premières phalanges par la contraction des extenseurs des doigts. J'ai trouvé dans la description de l'extenseur commun des doigts, par Winslow, une disposition anatomique qui déjà peut rendre raison de l'extension exercée par ce muscle sur les premières phalanges des doigts, et dont cependant ce grand anatomiste n'a tiré aucune déduction au point de vue de l'action spéciale de ce muscle sur la première phalange.

« Chaque tendon de l'extenseur des quatre doigts étant arrivé à la base de la première phalange, *s'y attache légèrement*, dit-il, *par quelques expansions latérales qui s'insèrent à chaque côté de cette base* (1). »

M. Cruveilhier est, je crois, le seul auteur qui ait décrit, avec quelques variantes toutefois, ces mêmes expansions fibreuses, fournies par les tendons de l'extenseur commun des doigts.

« Arrivés, dit-il, au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne, ces tendons (de l'extenseur commun des doigts) se rétrécissent en s'arrondissant, donnent de chaque côté une expansion fibreuse *qui va se fixer sur les côtés de l'articulation.* ».... Et plus loin, dans le même alinéa, il ajoute : « Enfin, il *n'est pas rare de voir naître de la face*

(1) *Traité des muscles*, 350, p. 206.

*antérieure de ces tendons une languette tendineuse qui va s'insérer à l'extrémité supérieure de la première phalange* (1).»

Dans une dernière édition de son *Traité d'anatomie descriptive*, M. Cruveilhier dit que ces expansions fibreuses latérales fournies par les tendons des extenseurs des doigts ne se fixent pas sur les côtés de l'articulation métacarpo-phalangienne, mais qu'elles se terminent dans le ligament métacarpien transverse inférieur (2). Quant à la languette tendineuse que le savant anatomiste avait vu naître souvent de la face antérieure du tendon des extenseurs des doigts, pour aller s'insérer à l'extrémité supérieure et postérieure de la première phalange, et qu'il avait signalé en 1843, il n'en a plus été question dans les éditions suivantes.

Je dois déclarer de suite que la dernière description faite par M. Cruveilhier, de fibres aponévrotiques qui mettent les tendons de l'extenseur commun des doigts en connexion avec l'articulation métacarpo-phalangienne, est tout à fait insuffisante pour expliquer le mécanisme de l'extension des premières phalanges par les tendons de l'extenseur commun des doigts. On comprend en effet que des expansions fibreuses qui partant de chaque côté de ces tendons, vont se fixer au ligament métacarpien transverse inférieur, ne sauraient produire l'extension des premières phalanges, lorsque l'on tire sur eux.

265. La description de ces expansions fibreuses que l'on trouve dans la deuxième édition du *Traité d'anatomie* de M. Cruveilhier, et la description qu'en a donnée Winslow, peuvent seules aider à comprendre le mécanisme de l'extension des premières phalanges par l'extenseur commun des

(1) *Traité d'anatomie descriptive*, 2e édit., 1843, t. II, p. 284.
(2) *Loc. cit.*, 4e édit., 1862, t. I, p. 687.

doigts. C'est ce que les recherches anatomiques et les expériences cadavériques que j'ai faites sur ce point, vont montrer de la manière la plus évidente.

Après avoir enlevé la peau de mains de cadavres, j'ai coupé les expansions fibreuses qui naissent de chaque côté des tendons de l'extenseur commun des doigts, depuis leur attache à la deuxième phalange jusque sur les métacarpiens, où je les ai détachés des parties sous-jacentes. Puis, les ayant soulevés, *j'ai constaté, au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne, l'existence de faisceaux fibreux, épais et courts* (voy. les faisceaux fibreux du tendon extenseur de l'index A et de celui du médius C, fig. 56) *qui fixaient leur face antérieure à la partie correspondante de l'articulation métacarpo-phalangienne, et souvent à l'extrémité supérieure et postérieure de la première phalange, par une sorte de tendon assez épais*, de telle sorte que les premières phalanges étaient étendues sur les métacarpiens d'autant plus puissamment que je tirai sur ces tendons avec plus de force.

Pendant cette extension des premières phalanges, les deux dernières phalanges étaient fléchies par la résistance que les fléchisseurs sublime et profond opposaient à l'élongation; mais dès que je coupai les tendons de ces derniers muscles, comme je l'avais déjà fait dans d'autres expériences cadavériques (voy. 260), la deuxième phalange s'étendait en même temps que la première (voy. *d*, fig. 56).

J'ai constaté que la force de cette extension de la deuxième phalange était faible; il suffisait d'ailleurs de la plus légère traction exercée sur les tendons fléchisseurs pour fléchir cette phalange, tandis que la première restait puissamment étendue par le tendon extenseur.

Cette faiblesse du mouvement d'extension, produit par

l'extenseur commun des doigts, était due au faisceau de

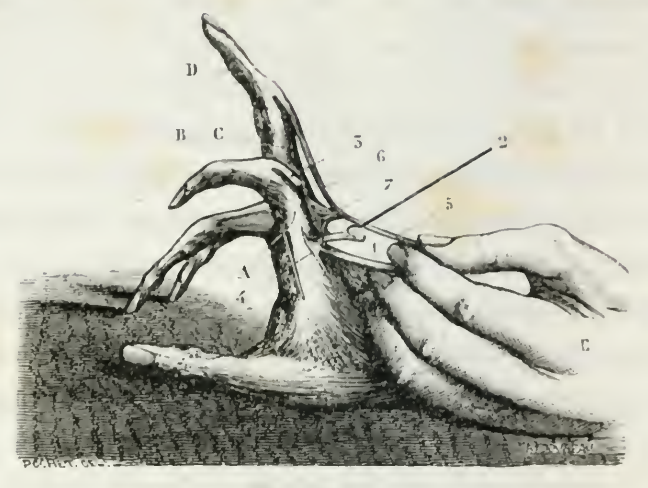



Fig. 56 (*).

(*) Cette figure, dessinée d'après nature, est destinée à montrer la forte expansion fibreuse qui, partant de la face antérieure de chaque tendon de l'extenseur commun des doigts, au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne, s'attache à la face postérieure de cette articulation, et très-souvent, en même temps, à l'extrémité supérieure de la face postérieure de la deuxième phalange (voy. 4, expansion fibreuse médiane de l'articulation métacarpo-phalangienne de l'index A, et 7, expansion fibreuse médiane de l'articulation métacarpo-phalangienne du médius C). J'ai divisé les expansions fibreuses qui, nées de chaque côté du tendon médian, s'étendent sur les côtés de l'articulation métacarpo-phalangienne, et vont s'attacher sur les côtés de cette articulation et au ligament métacarpien transverse inférieur, afin de montrer l'expansion fibreuse médiane et l'action qu'elle exerce isolément sur la première phalange. On voit ma main E qui tire sur les tendons extenseurs 1 de l'index et 5 du médius, redresse leurs premières phalanges A, C, même lorsque ces tendons ont été coupés au-dessus de l'articulation métacarpo-phalangienne, comme je l'ai fait sur le tendon de l'index A, dont on voit les deux portions 2 et 3 divisées ou au niveau de la partie moyenne de la première phalange. Ici les deuxièmes phalanges B, D, étaient infléchies sur les premières A, C, avant que je tirasse sur les tendons 1 et 5. Pendant la traction exercée sur ces tendons, la deuxième phalange B de l'index est restée fléchie, tandis que la deuxième D, du médius dont le tendon médian n'avait pas été coupé au-dessus de l'articulation métacarpo-phalangienne, s'est étendue en même temps que la première phalange C; mais cette extension de la deuxième phalange était si faible, que la plus légère traction exercée sur le tendon du fléchisseur sublime, produisait la flexion de cette deuxième phalange, tandis que la première phalange C restait étendue avec une grande force.

fibres ci-dessus décrit (voy. 7, fig. 56), qui bridait l'action de la portion du tendon qui était situé au-dessus de lui, sur la deuxième phalange à laquelle il se terminait.

En effet, dès que j'eus coupé cette bride, la moindre traction exercée sur le tendon de l'extenseur commun des doigts, étendit fortement la deuxième phalange sur la première, et dès lors il me fut impossible de produire les mouvements en sens inverse de flexion des deux dernières phalanges et d'extension de la première, en tirant à la fois sur les extenseurs et sur les fléchisseurs des doigts.

Enfin, si au lieu de couper ce faisceau de fibres qui brident l'action du tendon de l'extenseur commun des doigts sur la deuxième phalange, on coupe ce tendon sur la face dorsale de la première phalange, c'est-à-dire au-dessous de ce faisceau de fibres (voy. 2, 3 fig. 56), le faible mouvement d'extension que ce tendon imprimait à la deuxième phalange est complétement aboli.

Voici enfin une expérience qui montre le degré d'utilité des expansions fibreuses qui naissent de chaque côté des tendons de l'extenseur commun des doigts, et se perdent sur les côtés de l'articulation métacarpo-phalangienne. Après avoir détaché, au niveau du métacarpe, les tendons des extenseurs des doigts des parties sous-jacentes jusqu'à l'articulation métacarpo-phalangienne, j'ai coupé les fibres médianes (3, 7, fig. 56), qui unissent la face antérieure de ces tendons à la partie postérieure de l'articulation métacarpo-phalangienne, ou à l'extrémité supérieure et postérieure des premières phalanges, et j'ai laissé intactes les expansions fibreuses qui naissent de chaque côté de ces tendons et se rendent aux côtés de l'articulation métacarpo-phalangienne. Tirant ensuite sur ces tendons, j'ai obtenu, par l'interm é-

diaire de ces expansions latérales, l'extension des premières phalanges, mais avec moins de force que par les faisceaux fibreux médians que j'avais coupés.

En résumé, il ressort des recherches anatomiques et des expériences cadavériques exposées ci-dessus, qu'il existe des expansions aponévrotiques qui unissent intimement les tendons des extenseurs des doigts (extenseur commun et extenseurs propres des doigts) aux articulations métacarpo-phalangiennes et souvent aux premières phalanges, expansions en vertu desquelles ces muscles étendent puissamment les premières phalanges, et qui neutralisent enfin en grande partie leur action sur les secondes phalanges.

Possédant ces données anatomiques, et connaissant, après ces expériences cadavériques, le mécanisme des mouvements d'extension des premières phalanges, produits par les extenseurs des doigts, j'ai pu, en imitant la nature autant que possible, produire facilement, sur ma main de squelette, en tendant les ressorts attachés aux tendons artificiels de l'extenseur commun des doigts et des fléchisseurs superficiel et profond, les mouvements, en sens inverse, d'extension des premières phalanges et de flexion des deux dernières. J'ai fait partir de chaque côté de mes extenseurs artificiels, des petites brides au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne, et les fixai sur les côtés correspondants des métacarpiens et des premières phalanges, et dès-lors, en tirant sur ces tendon artificiels, j'ai obtenu les mêmes mouvements d'extension des premières phalanges et de flexion des deux dernières (voy. l'index G, fig. 56).

266. De l'ensemble des faits électro-physiologiques et anatomiques qui viennent d'être exposés, il ressort que les extenseurs des doigts possèdent encore une action assez pro-

noncée sur les deux dernières phalanges, puisqu'on les a vus, dans toutes mes expériences, produire l'extension de ces phalanges, jusqu'à ce que cette extension fût empêchée par la résistance des fléchisseurs des doigts, à un certain degré de leur élongation. Pourquoi donc cette action des extenseurs des doigts, sur les deux dernières phalanges, ne donne-t-elle aucune manifestation physiologique?

C'est ici que l'on sent combien le contrôle de l'observation clinique est nécessaire dans l'étude des phénomènes de la vie; car, sans elle, ni l'expérimentation électro-physiologique, ni les recherches anatomiques, ni les analyses les plus savantes des mouvements des phalanges, n'auraient pu même faire entrevoir que, physiologiquement, l'action des extenseurs des doigts sur les dernières phalanges est à peine appréciable, pendant les mouvements volontaires de ces phalanges.

Ai-je besoin, en effet, de rappeler les faits cliniques nombreux, rapportés dans ce chapitre, et dans lesquels on a vu les muscles extenseurs commun et propres des doigts réduits à leur propre force, par suite de la perte des interosseux — les seuls véritables extenseurs des deux dernières phalanges, — se montrer complétement impuissants, soit pour produire l'extension volontaire des deux dernières phalanges, soit même pour lutter, pendant le repos musculaire, contre la flexion continue, produite par l'action tonique incessante des fléchisseurs sublime et profond, action tellement énergique, qu'il en est résulté quelquefois des subluxations phalangiennes avec déformation des surfaces articulaires (voy. p. 186, G, et p. 190, H).

267. Ces faits indiquent que nous sommes encore loin de connaître le mécanisme de l'action nerveuse dans les

combinaisons musculaires d'où résulte tout mouvement volontaire. Ne pourrait-on pas toutefois en induire qu'une excitation nerveuse volontaire, dirigée sur un muscle, s'accompagne d'une autre excitation nerveuse involontaire de son antagoniste, ou plutôt son modérateur; d'où il résulterait une certaine somme de résistance, faible sans doute, au mouvement de la part de ce dernier. Je rappellerai en effet que j'ai établi ailleurs que dans tout mouvement volontaire, les muscles producteurs de ces mouvements entrent en action synergiquement avec leurs modérateurs (1).

Appliquant ces données aux extenseurs commun et propres des doigts, on comprendrait parfaitement que la contraction volontaire de ces muscles fût impuissante pour vaincre la résistance que peut lui opposer la faible contraction synergique et modératrice des fléchisseurs des deux dernières phalanges.

Cette théorie, qui peut paraître tout hypothétique dans les conditions normales, prend un caractère de vérité dans certains états pathologiques. Ne voit-on pas, en effet, dans un grand nombre d'affections cérébrales, une contraction volontaire des extenseurs commun et propres des doigts provoquer une contraction plus forte de leurs fléchisseurs.

Marshall-Hall a dit que c'était un phénomène réflexe; quelle que soit la valeur de la théorie qui lui a mérité cette dénomination, ce phénomène ne prouve pas moins qu'une décharge nerveuse du cerveau excite à la fois un muscle et son antagoniste ou son modérateur : de l'état nor-

(1) *Électrisation localisée*, chap. XIX, *Appendice, de la prothèse musculaire*, § II, p. 832, 2e édit., 1861.

mal à l'état pathologique, il n'y a peut-être qu'une différence de degré (1).

Si la théorie sur le mécanisme de l'innervation locomotrice, que je viens d'exposer, est vraie, l'espèce de contradiction qui semblait exister entre les faits physiologiques révélés par l'expérimentation électro-physiologique et cadavérique, et entre ceux qui ressortent de l'observation clinique, cesse d'exister.

268. En résumé, l'anatomie explique parfaitement les faits mis en lumière par les expériences électro-physiologiques, à savoir que les extenseurs des doigts n'exercent qu'une action très-secondaire sur les deux dernières phalanges; mais elle ne peut rendre raison de la nullité à peu près complète d'action physiologique de ces mêmes extenseurs sur ces deux phalanges, ce qui est incontestablement établi par l'observation clinique. Il faut donc nécessairement, si l'on veut expliquer ce phénomène, admettre pour chacun des mouvements une double contraction, l'une volontaire qui produit directement le mouvement, l'autre synergique qui le modère.

(1) Cette contraction modératrice des muscles antagonistes a l'avantage de rendre les mouvements plus assurés ; elle joue un rôle important dans la coordination des mouvements. L'observation clinique me semble donner encore quelque consistance à cette proposition. Ainsi, dans certains troubles musculaires, on observe que les mouvements sont brusques : pendant la marche, par exemple, les malades ne peuvent porter les membres inférieurs en avant sans les projeter brusquement. Ne serait-ce pas à l'absence de la contraction synergique des muscles modérateurs, appelés *antagonistes*, qu'il faudrait rapporter ces phénomènes ? Je pourrais encore citer d'autres observations cliniques à l'appui de mon opinion.

Les troubles musculaires auxquels je fais allusion dans cette note insérée dans mon mémoire sur la main, en 1851 et 1852, appartiennent à l'ataxie locomotrice progressive dont j'analysais déjà la symptomatologie. J'ignorais alors qu'ils étaient symptomatiques de l'espèce morbide dont je n'ai publié la description qu'en 1859.

269. L'observation clinique démontre que les fléchisseurs sublime et profond n'exercent physiologiquement qu'une influence infiniment faible sur les premières phalanges. C'est encore un fait que l'on ne peut voir confirmé par l'expérimentation cadavérique, mais l'observation clinique suffit pour le prouver. On est convaincu de l'exactitude de cette assertion en se rappelant que les malades privés de leurs interosseux (les seuls fléchisseurs réels des premières phalanges) inclinent avec une faiblesse extrême ces premières phalanges sur les métacarpiens, malgré l'intégrité de leurs fléchisseurs sublime et profond, et que l'action tonique des extenseurs commun et propres des doigts intacts fait prendre à ces phalanges l'attitude de l'extension continue. Les développements dans lesquels je suis entré, en traitant de l'étude physiologique de ces muscles, me dispensent d'entrer dans de nouvelles considérations sur ce sujet.

270. L'électro-physiologie démontre que l'extenseur commun des doigts n'imprime pas seulement aux doigts un mouvement d'extension, mais encore qu'il les écarte un peu les uns des autres. C'est un fait important, car on ne comprendrait pas sans cela que les doigts pussent s'écarter, quand les interosseux sont paralysés.

Ce fait ne se trouve mentionné dans aucun traité moderne d'anatomie, ni même dans Winslow, Sabatier et Boyer. Cependant Galien avait signalé cette action spéciale de l'extenseur commun des doigts, il avait même cherché à en expliquer le mécanisme. Cette explication est des plus ingénieuses (1), bien qu'elle me paraisse inexacte.

(1) *Utilité des parties*, liv. I, de la main, ch. XVIII, p. 182, traduct. de M. Ch. Daremberg, 1854.

Galien avait également bien observé que les extenseurs propres de l'index et du petit doigt portent les doigts vers le cubitus. « .... Au-dessous de lui, dit-il, est situé le muscle qui opère les mouvements latéraux des deux doigts les plus petits (*extenseurs propres de l'auriculaire et de l'annulaire*) ; à celui-là sont contigus deux muscles, unis ensemble jusqu'à un certain point, et regardés, pour cette raison par les anatomistes, comme ne faisant qu'un seul muscle. De l'un s'échappent deux tendons allant à deux doigts, un pour chacun (*extenseur du médius et de l'index*); l'un se rend au doigt le plus long, qui, par sa position, occupe le milieu, l'autre vers l'indicateur.... (1). » Tout le monde remarquera que ce grand anatomiste commet ici une erreur singulière en disant que l'extenseur propre de l'index et celui du petit doigt meuvent latéralement, le premier l'index et le médius, le second l'auriculaire et l'annulaire. Il faisait jouer à ces muscles le rôle principal, dans les mouvements d'écartement ou de rapprochement des doigts, en combinant de la manière suivante leur action avec celle des lombricaux.

271. Selon Galien, les lombricaux portaient les doigts vers le pouce, et les extenseurs propres les entraînaient vers le cubitus ; il supposait que, pour rapprocher les doigts les uns des autres, les extenseurs propres de l'index et du médius se contractaient avec les lombricaux de l'annulaire et du petit doigt, tandis que pour l'écartement des doigts, c'était les extenseurs propres du petit doigt et de l'annulaire, qui se contractaient avec les lombricaux de l'index et du médius (2).

(1) *Loc. cit.*, liv. II, chap. IV, p. 175.
(2) *Loc. cit.*, liv. I, chap. XIX et liv. II, chap. III.

M. Daremberg, le savant traducteur de Galien, a rendu parfaitement clair le passage qui a trait à ce sujet, et qui était inintelligible d'après les autres traductions.

272. Tout le monde assurément sentira combien est peu fondée cette théorie de Galien, car il n'est pas un anatomiste qui ne sache que l'index et le petit doigt seuls possèdent chacun un extenseur propre, contrairement à l'opinion du célèbre anatomiste de Pergame qui croyait que chaque doigt en possédait un.

A défaut de cette considération anatomique, cette théorie tombe devant l'expérimentation électro-physiologique qui démontre, — on l'a vu précédemment, — que les lombricaux, à l'exception toutefois du premier de ces muscles, n'exercent pas de mouvements latéraux.

D'ailleurs, comme il a été démontré aussi par mes expériences que les mouvements latéraux produits par les extenseurs des doigts sont assez faibles et limités, on comprend qu'il fallait à la main d'autres muscles qui pussent rapprocher ou écarter les doigts avec force; ces muscles sont les interosseux. Chose étrange! Galien ne leur a pas reconnu cette action, comme on le verra bientôt.

273. Les auteurs modernes n'avaient pas admis les mouvements latéraux dus aux extenseurs commun et propres, mouvements connus dès l'antiquité, comme je viens de le prouver. C'est à l'expérimentation électro-physiologique que reviendra l'honneur d'avoir réhabilité cette opinion de Galien sur l'action des extenseurs propres des doigts, mais pour ce qui a trait seulement aux mouvements des extenseurs propres de l'index et du petit doigt.

### § II. — Interosseux et lombricaux.

274. De ce que les fonctions des lombricaux et des interosseux, comme extenseurs des deux dernières phalanges et fléchisseurs des premières, aient été méconnues par Bichat, et par les auteurs qui lui ont succédé, il ne faut pas en conclure que tous les anatomistes ont traité ce sujet avec indifférence et légèreté. Il est au contraire peu de questions anatomiques qui aient été étudiées plus profondément et qui aient plus fixé l'attention des observateurs, que celle qui a trait aux interosseux et aux lombricaux.

C'est ce que je vais essayer de démontrer par l'examen rapide des différentes recherches dont ces muscles ont été l'objet, au point de vue anatomique et physiologique.

275. Colombus, célèbre anatomiste du XVI^e^ siècle, qui fut jugé digne de succéder à Vésale, son maître, pour l'enseignement de l'anatomie à l'école de Padoue, a le premier signalé la seule disposition anatomique qui puisse rendre raison de l'action que les lombricaux exercent sur les doigts, comme fléchisseurs des premières phalanges et comme extenseurs des deux dernières; — il dit *que ces muscles se terminent par un tendon qui, suivant la longueur des doigts, à leur partie externe, contracte des adhérences avec l'extenseur commun, et finit à la troisième phalange.*

Voici textuellement la description qu'il donne de ces muscles : « Desinunt autem (vermiculares) in teretem et nerveum tendinem et per internos digitos delati juxta eorum
» longitudinem, adhærescunt tendinibus primi musculi exterioris, a quibus quatuor digiti extendebantur et in tertium
» articulum suis finibus immittuntur, non autem in primum,
» quemadmodum Galenus et Vesalius voluere. »

Quelques anatomistes, Sabatier entre autres, attribuent la priorité de la découverte relative à la terminaison des lombricaux à Fallope qui, en effet, en a donné une description à peu près semblable à celle de Colombus, son contemporain, avec cette différence toutefois, qu'au lieu de faire terminer les tendons des lombricaux aux troisièmes phalanges, il soutenait qu'ils s'inséraient environ au milieu de la première articulation (articulation phalango-phalangettienne).

En effet, Fallope, réfutant les opinions de Vésale, son maître, a écrit : « Dissideo ab eodem Vesalio sub musculis » qui manum movent. Quoniam, dum tradit insertionem et » usum illorum quatuor, qui parvi admodum in vola hærent » chordis secundi musculi, tertium digitorum internodium » flectentes, asserit hos musculos implantari in primum digi- » torum os, atque manus hoc subire, ut digitos introagant » et ad pollicem adducant. Dico hos musculos non inseri in » primum os digitorum, sed potius desinere in chordam » posteriorem, quæ omnes digiti articulos extendit, atque in- » sertio hæc circa medium primi internodii fieri solet (1). »

Mais si l'on consulte l'époque des publications des ouvrages de Colombus et de Fallope, on trouve que l'honneur de la découverte anatomique dont il s'agit, appartient réellement à Colombus.

276. C'est Fallope cependant qui entrevit l'action réelle des lombricaux ; car il ajoute, après les avoir décrits, que ces muscles étendent les deux dernières phalanges et fléchissent les premières, tandis que Colombus soutenait qu'ils étendaient les trois phalanges (2).

(1) Fallopio, *Observationes anatomicæ*, 1561, t. I, p. 31.

(2) On s'explique difficilement comment il se fait que Fallope, qui a

277. On doit à Galien la découverte anatomique des interosseux. C'est lui aussi qui, le premier, a reconnu qu'ils fléchissent la première phalange. En voici la preuve dans le passage suivant :

« Ils (tous les anatomistes) ont entièrement ignoré l'existence des petits muscles interosseux qui fléchissent la première phalange des doigts, ignorance que nous avons partagée nous-même pendant longtemps (1). »

Mais c'est la seule action que Galien attribue aux interosseux. Comment se fait-il qu'un anatomiste qui a fait tant de découvertes, ait pu méconnaître les mouvements de latéralité que ces muscles impriment aux doigts? On a vu plus haut (270) quels efforts d'imagination il a dû faire afin d'expliquer ces mouvements des doigts.

278. C'est encore au génie d'observation de Fallope qu'on a dû, au XVIe siècle, la connaissance de l'action des interosseux sur les deux dernières phalanges; il dit, en effet, « qu'il n'est pas de l'opinion de Vésale, qui a écrit que les » tendons des huit muscles compris entre les os du métacarpe » (les interosseux) s'insèrent à la partie latérale des premières » phalanges et servent à la flexion des doigts, ce que l'ana» lyse ne prouve nullement, puisque ces huit muscles, comme » les quatre précédents (les lombricaux), réunis au niveau de

discuté les opinions de Vésale et de Valverda, qui a reproduit les opinions de Colombus, son maître, dans un ouvrage intitulé *Historia della composicion del corpo humano*, n'ait pas mentionné les recherches anatomiques de Columbus, antérieures aux siennes, et qu'il devait connaître. Mais Fallope tenait Vésale en grande vénération, bien qu'il combattît ses opinions, tandis qu'il professait un grand mépris pour Colombus, qui accablait d'injures Vésale, dont il n'aurait pas dû oublier ainsi qu'il était l'élève. Est-ce à cause de ce motif que Fallope parle si peu de Colombus dans ses écrits?

(1) *Loc. cit.*, liv. II, chap. III, p. 473.

» la première articulation des doigts, se portent latéralement » aux tendons des extenseurs et s'y attachent pour servir à l'ex- » tension des secondes et troisièmes phalanges. Je m'étonne », ajoute-t-il plus loin, « que Valverda, et son maître (Colombus), » connaissant les fonctions des quatre autres muscles (des lom- brieaux), n'en aient pas conclu à celle des interosseux (1). »

On remarquera que Fallope a méconnu le mouvement de flexion imprimé par les interosseux aux premières phalanges, car longtemps après la publication de ses *Observations anatomiques*, il niait encore cette action que Vésale attribuait à ces muscles. Il écrivait en 1575 : « Ulterius addit » ordinatim Vesalius octo alios musculos metacarpo sitos, » quos primum articulum flexere dixit, quos inter flexentes » non enumerabimus. »

Les faits anatomiques et physiologiques découverts par Colombus (voy. 275) et Fallope (voy. 278) ont triomphé de l'opposition de Vésale, qui les a combattus dans une célèbre et savante argumentation (2).

279. En 1732, Winslow (3) a signalé deux tendons distincts appartenant aux interosseux, *l'un s'attachant à la première phalange, et l'autre se continuant dans les bandelettes latérales de l'extenseur commun* ; il a décrit aussi, beaucoup mieux que ses prédécesseurs, les fonctions des interosseux et des lombricaux, *qu'il considère comme fléchisseurs des premières phalanges et extenseurs des deux dernières.*

Parmi les anatomistes célèbres qui ont partagé les opinions de Fallope et de Winslow, relativement aux dispo-

(1) *Institutiones anatomicæ.*

(2) *Observationum anatomicarum Fallopii examen.*

(3) *Traité des muscles*, 341, p. 208.

sitions anatomiques et aux fonctions des interosseux et des lombricaux, je citerai Sœmmerring, Sabatier et Boyer.

280. En résumé, il ressort de l'exposition de ces faits, que pendant plus de deux siècles, c'est-à-dire de 1519 à 1797 (époque à laquelle a été publié le *Traité d'anatomie* de Boyer), les anatomistes les plus illustres ont étudié avec le plus grand soin les interosseux et les lombricaux, au point de vue anatomique et physiologique, et qu'ils ont connu la seule disposition anatomique qui puisse expliquer l'action que ces muscles exercent sur chacune des phalanges.

281. Mais si la description anatomique que ces auteurs nous ont laissée de ces petits muscles laisse peu à désirer, comme on le verra bientôt; il n'en est pas de même des connaissances qu'ils possédaient sur leurs fonctions. En effet, les interosseux et les lombricaux, abstraction faite des mouvements d'abduction ou d'adduction qu'ils peuvent imprimer aux doigts, étaient, selon eux, *seulement de faibles auxiliaires des muscles fléchisseurs ou des extenseurs des doigts.*

Si l'influence des interosseux et des lombricaux sur la flexion ou l'extension des phalanges servait réellement à aider l'action des extenseurs ou des fléchisseurs des doigts, les avantages d'un tel concours ne me paraîtraient pas démontrés, car ces petits muscles ne peuvent favoriser l'extension des deux dernières phalanges, sans s'opposer à l'extension des premières, et *vice versâ.*

282. L'utilité des interosseux et des lombricaux, comme auxiliaires des fléchisseurs ou des extenseurs, a sans doute paru fort problématique à un grand nombre de physiologistes. Comme ils ne leur connaissaient pas d'autre utilité comme extenseurs des premières phalanges, ou fléchisseurs des premières, que celle qui a été signalée ci-dessus (280), n'est-il

pas permis de supposer que les auteurs modernes des traités d'anatomie ont préféré, à l'exemple de Bichat, passer sous silence un fait anatomique (la continuation des tendons des interosseux et des lombricaux avec les bandelettes latérales de l'extenseur commun), un fait, dis-je, qui avait été admis dans la science, pendant plusieurs siècles et sous l'autorité des plus grands noms, que d'avoir à en expliquer la raison d'être (1).

283. Tel était l'état de la science, sur les dispositions anatomiques et sur l'action physiologique des interosseux et des lombricaux, lorsque j'ai commencé mes recherches.

On sait maintenant que, grâce à l'expérimentation électro-physiologique, secondée par l'observation clinique, il m'a été possible d'établir, de la manière la plus évidente,

(1) M. Chassaignac a communiqué cependant en 1846, à la Société anatomique, une note dans laquelle il dit, sans en tirer la moindre déduction physiologique, que les tendons interosseux des doigts se continuent dans les bandelettes latérales de l'extenseur commun des doigts. Après lui, M. le docteur Jean Parise (*Application de la théorie de J. L. Petit aux luxations congénitales incomplètes; Thèse inaugurale*, Paris, 1842), a cherché à établir que les lombricaux étendent les dernières phalanges des doigts sur lesquelles ils agissent à l'aide des tendons de l'extenseur commun, tendons qui sont situés sur le prolongement de leur axe; mais cet auteur n'a pas mentionné leur action comme fléchisseurs des premières phalanges.

Ces faits étaient, on le voit, vieux de plusieurs siècles et beaucoup moins complets que ceux qui nous viennent de Colombus et de Fallope; ils n'en font pas moins d'honneur à l'esprit d'observation de MM. Chassaignac et Parise, qui ont réellement cru avoir fait une découverte.

Ces honorables confrères ne pourront penser que j'écris cette note dans un esprit de critique malveillante, car je leur avouerai que moi-même j'ignorais les faits découverts par Colombus et Fallope, lorsque je me suis livré à mes recherches sur les fonctions des muscles de la main. Le reproche d'ignorance des faits historiques qu'on pourrait nous adresser à tous, me semble devoir retomber sur les auteurs des traités classiques qui auraient dû les mentionner, en raison de leur importance et de l'autorité des hommes illustres qui les ont soutenus pendant de si longues années.

1° que, physiologiquement, les interosseux et les lombricaux sont exclusivement extenseurs des deux dernières phalanges et fléchisseurs des premières; 2° que ces muscles sont nécessaires au mécanisme des mouvements de flexion des premières phalanges et d'extension des deux dernières, mouvements en sens inverse si fréquents dans les usages de la main; 3° enfin que, sans eux, les phalanges ne pourraient conserver leur attitude normale et prendraient la forme d'une griffe plus incommode qu'utile.

*Il est ressorti, d'autre part, des considérations historiques exposées précédemment, que le mécanisme de ces mouvements si importants, a été jusqu'à présent complétement méconnu des anciens comme des modernes.*

284. Je n'ai voulu étudier la question historique exposée précédemment, qu'après avoir terminé mes recherches électro-physiologiques, parce que je craignais, en me préoccupant des faits anatomiques, de subir, dans l'observation des phénomènes produits par mes expériences, l'influence d'idées préconçues.

Mais je n'en professais pas moins que tout problème physiologique, surtout pour ce qui a trait à la locomotion, ne pouvait être résolu que par l'entière concordance de l'expérimentation physiologique, de l'observation clinique et des faits anatomiques.

Je me réservais donc de faire suivre mes recherches électro-physiologiques que j'avais hâte de livrer à la publicité, — quelques personnes en devineront la raison (1), — de les faire

(1) Mes expériences se faisaient journellement et publiquement, depuis plusieurs années, dans les hôpitaux, et j'avais été déjà victime de quelques larcins.

suivre, dis-je, de recherches anatomiques, dans la persuasion où j'étais que les descriptions anatomiques des muscles moteurs du doigt ou du pouce, exposées dans les traités classiques contemporains, étaient inexactes ou incomplètes.

285. Mais j'ai été devancé, dans cette tâche importante, par un savant anatomiste, M. le professeur Cruveilhier.

Ayant été témoin des faits mis en lumière par les expériences électro-physiologiques, que je faisais fréquemment sur des sujets de son service de la Charité, ayant constaté leur exactitude et leur concordance parfaite avec des faits cliniques que je lui avais communiqués, il me fit l'honneur de les appuyer de l'autorité de son nom, en les acceptant comme parfaitement démontrés, et il publia, dans une nouvelle édition de son *Traité d'anatomie*, alors sous presse (édition de 1855 et de 1861), ses recherches anatomiques sur le mode de terminaison des interosseux, des lombricaux et des extenseurs de la main, recherches qu'il avait faites sous l'inspiration de mes découvertes physiologiques dues à l'expérimentation électro-musculaire.

286. M. Cruveilhier a non-seulement constaté l'exactitude des faits découverts par Colombus, mais il a reconnu, comme je l'ai dit à l'occasion de l'extenseur commun des doigts, que les bandelettes latérales qui vont à la troisième phalange, et qui avaient été rapportées à tort à ce dernier muscle, sont en grande partie la continuation des tendons réunis des interosseux et des lombricaux (voy. fig. 57, *a*, *b*, *b*) ; qu'entre le tendon de l'extenseur commun des doigts et les tendons des muscles interosseux et lombrical, il existe, au niveau de la première phalange, un espace triangulaire, rempli par des fibres aponévrotiques parallèles, qui relient

tous ces tendons, en formant une sorte de gaîne à la moitié postérieure de la deuxième phalange.

M. Cruveilhier a aussi conclu de ses nouvelles recherches, contrairement à l'opinion émise et à la description anatomique exposée par lui dans les première et deuxième éditions de son *Traité d'anatomie*, *que les interosseux ne s'attachent pas à la première phalange des doigts* (1).

287. Ayant aussi constaté, après M. Cruveilhier, que les fibres rapportées par les auteurs aux tendons du long exten-

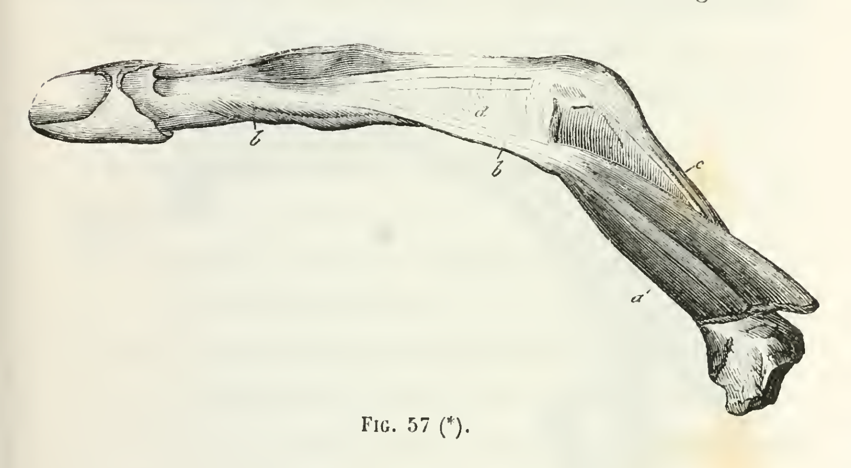



Fig. 57 (*).

seur commun des doigts, ne sont, en grande partie, que de véritables tendons rubanés qui terminent, sur les côtés des doigts, les interosseux et les lombricaux, seuls ou réunis, M. Bouvier a déclaré, contrairement à l'opinion récemment formulée par M. Cruveilhier, avoir vu, de la manière la plus évidente, *les interosseux s'insérer en outre à la première*

(*) Doigt annulaire de la main gauche, avec son interosseux dorsal ou adducteur. — *a*, interosseux dorsal ou adducteur; *b*, *b*, tendon phalangettien de l'interosseux dorsal; *c*, tendon de l'extenseur commun des doigts; *d*, expansion aponévrotique unissant le tendon phalangettien de l'interosseux au tendon de l'extenseur commun des doigts.

(1) *Traité d'anatomie descriptive*, 3e et 4e édit.

*phalange des doigts*. On remarquera que l'opinion de M. Bouvier est conforme à celle de Winslow (voy. 279), opinion partagée ensuite par Sœmmerring et Boyer.

Voici la description que M. Bouvier donne de l'attache terminale des interosseux, dans la savante communication qu'il a faite à l'Académie de médecine sur la disposition anatomique des muscles de la main : « Elle (l'insertion des interosseux à la première phalange) se fait par un tendon très-court (voy. *a*, *b*, fig. 58), d'une épaisseur proportionnée à



Fig. 58 (*).

celle du faisceau charnu, en général plus mince dans les interosseux palmaires que dans les dorsaux, très-volumineux dans l'abducteur de l'index (le plus considérable de ces muscles), manquant rarement, et alors remplacé par des fibres

(*) Doigt annulaire de la main droite, avec son interosseux adducteur. — *a*, faisceau phalangien de l'interosseux ; *b*, attache du faisceau phalangien à l'extrémité supérieure de la première phalange ; *c*, faisceau phalangettien de l'interosseux ; *d*, *d*, tendon phalangettien de l'interosseux ; *e*, tendon médian de l'extenseur commun des doigts.

unies aux ligaments de l'articulation métacarpo-phalangienne (1). »

Je puis témoigner de l'exactitude de cette description, car M. Bouvier a eu l'obligeance de mettre à ma disposition la plupart des pièces anatomiques qu'il avait préparées lui-même.

D'autre part, on ne peut contester l'exactitude des faits anatomiques exposés par M. Cruveilhier, qui aussi peut s'appuyer sur l'autorité de Colombus. — J'ai moi-même constaté l'absence de l'attache uniquement phalangienne d'un interosseux sur un doigt que M. Jarjavay a bien voulu préparer sous mes yeux.

Il faut donc conclure de l'ensemble de ces faits que l'attache terminale des interosseux présente des variétés.

288. Laquelle des deux descriptions précédentes s'approche le plus de l'état normal? C'est ce qu'il serait important d'établir. S'il me fallait émettre une opinion sur ce point, je dirais que la disposition anatomique signalée par M. Bouvier me paraît la plus commune, parce que, sur une quinzaine de doigts dont j'ai vu préparer les interosseux, ou que j'ai préparés moi-même, je n'ai pas rencontré une seule exception au fait anatomique qu'il a signalé, c'est-à-dire que j'ai toujours constaté la double terminaison tendineuse des interosseux, représentée dans la figure 58. — Ce qui vient corroborer encore cette opinion, c'est que la généralité des anatomistes, ceux-là même qui ont méconnu l'attache phalangettienne des interosseux, ont tous constaté la terminaison

(1) *Note sur un cas de paralysie de la main*, lue à l'Académie de médecine le 11 novembre 1851 (*Bulletin de l'Académie de médecine*, t. XVII, p. 125).

de ces muscles à la partie supérieure et latérale de la première phalange.

289. Le faisceau phalangien des interosseux (*a*, fig. 58), et en son absence, les attaches fibreuses qui vont du tendon de ces muscles à l'articulation métacarpo-phalangienne (*d*, figure 57), favorisent l'indépendance des mouvements latéraux des doigts. On conçoit en effet que, si ces attaches n'existaient pas, l'abduction ou l'adduction des doigts ne pourraient avoir lieu, sans que les mouvements de flexion des premières phalanges et d'extension des deux dernières se produisissent en même temps et en raison directe du degré de contraction des muscles interosseux et lombricaux. Ainsi donc, grâce à l'attache phalangienne de ces derniers muscles, les mouvements d'écartement ou de rapprochement des doigts peuvent avoir lieu, sans l'extension des deux dernières phalanges.

Personne, avant M. Bouvier, n'avait si bien décrit ni démontré l'indépendance anatomique et physiologique qui existe entre le faisceau phalangien et le faisceau phalangettien des interosseux. Ce savant observateur dit, en effet, que le premier faisceau « ne nuit pas à l'action de ce muscle sur les dernières phalanges, parce que chacun des deux tendons reçoit des fibres charnues distinctes, et jusqu'à un certain point indépendantes, de manière que le muscle paraît comme divisé en deux portions à la manière d'un biceps : l'une spécialement affectée à l'extension des deux dernières phalanges du doigt, l'autre à son inclinaison latérale et à la flexion de la première phalange. »

290. Je ferai observer que le faisceau phalangien des interosseux ne produit pas aussi puissamment la flexion de la première phalange que le faisceau phalangettien ; ce qui est démontré par l'expérience suivante. Si l'on tire légèrement

sur le faisceau phalangien, la première phalange étant dans l'extension, on voit cette phalange, exécutant d'abord son mouvement d'abduction ou d'adduction, hésiter, pour ainsi dire, à se placer dans la flexion. Pour que la flexion se fasse franchement et énergiquement, il faut tirer avec force sur le faisceau phalangien, ou la phalange doit avoir déjà commencé son mouvement de flexion par l'action du faisceau phalangettien; celui-ci est donc en réalité le principal fléchisseur de la première phalange, tandis qu'il est moins abducteur ou adducteur que le faisceau phalangien.

En résumé, le faisceau phalangien des interosseux peut produire le mouvement latéral de la première phalange, indépendamment de la flexion, bien qu'il puisse concourir à ce dernier mouvement, qui est placé plus spécialement sous l'influence du faisceau phalangettien.

291. Il serait impossible d'imaginer un mécanisme plus ingénieux et plus favorable aux mouvements simultanés de flexion des premières phalanges et d'extension des deux dernières, que celui qui résulte de la disposition anatomique des tendons terminaux des interosseux et des lombricaux.

En effet, dans la première partie de leur trajet, c'est-à-dire de l'extrémité inférieure et antéro-latérale du métacarpe à l'extrémité inférieure et postérieure de la première phalange, les tendons des interosseux et des lombricaux ont une direction oblique d'avant en arrière et de haut en bas, de telle sorte que, pendant la contraction de ces muscles, le point mobile étant à l'articulation métacarpo-phalangienne, et le point fixe à l'extrémité inférieure du premier métacarpien, la première phalange est nécessairement entraînée dans la flexion, d'autant plus énergiquement que ces tendons agissent principalement sur l'extrémité du levier représenté par cette phalange.

Dans la seconde partie de leur trajet, c'est-à-dire de l'extrémité inférieure de la première phalange à l'extrémité supérieure de la troisième, ces mêmes tendons marchent sur la face postérieure des deux dernières phalanges et parallèlement à leur axe longitudinal. Il en résulte que la contraction des muscles qui donnent naissance à ces tendons, ne peut produire autre chose que l'extension de la troisième et ensuite de la deuxième phalange. Or, la contraction des interosseux et des lombricaux agissant également sur toute l'étendue de leurs tendons, les deux mouvements en sens inverse de flexion de la première phalange et d'extension des deux dernières, dont je viens d'expliquer le mécanisme, ont nécessairement lieu simultanément.

292. Pour bien comprendre l'ingéniosité merveilleuse des moyens employés par la nature, dans le but de produire les mouvements dont je viens d'exposer le mécanisme, il faut avoir essayé d'arriver aux mêmes résultats par d'autres combinaisons mécaniques ; c'est ce que j'ai tâché de faire.

Oserai-je avouer qu'il m'avait semblé que l'on pouvait obtenir les mêmes mouvements par des moyens plus simples. Ainsi, me disais-je, puisque la nature avait destiné l'extenseur commun des doigts à étendre seulement la première phalange, pourquoi ne s'est-elle pas contentée d'attacher le tendon de ce muscle à la partie postérieure de cette phalange? D'ailleurs quelle peut être l'utilité du prolongement de ce tendon jusqu'à la partie inférieure et postérieure de la dernière phalange? N'est-ce pas une complication inutile?

J'ai donc attaché à la partie postérieure et inférieure de la première phalange de l'un des doigts de la main de squelette dont il a été question précédemment (263), une des cordes qui représentent l'extenseur commun des doigts, et en tirant

à la fois sur cette corde et sur celles qui figurent les fléchisseurs superficiel et profond des doigts, j'ai obtenu les mouvements en sens inverse d'extension de la première phalange et de flexion des deux dernières. Jusqu'à présent, mon procédé avait l'avantage d'être plus simple, tout en donnant les mêmes résultats que les dispositions anatomiques normales du tendon de l'extenseur commun des doigts.

D'autre part, pourquoi cette connexion *d* (fig. 57) du tendon *b* des interosseux et des lombricaux avec le tendon médian? N'était-il pas plus simple de faire glisser le tendon de ces petits muscles dans une coulisse synoviale indépendante qui aurait suivi leur direction naturelle? C'est, en effet, ce que j'ai cherché à imiter en faisant passer les cordes destinées à les représenter dans des anneaux fixés sur les phalanges, suivant la direction de leurs tendons (voy. l'index G de la figure 55), c'est-à-dire à la partie inférieure et antéro-latérale 4 du premier métacarpien, à la partie supérieure et antéro-latérale 5 de la première phalange, à la partie inférieure et postéro-latérale 6 de cette première phalange, à la partie supérieure et postéro-latérale 7 de la deuxième phalange, et enfin à la face postérieure et médiane 8 de l'extrémité inférieure de cette deuxième phalange. En tirant sur les cordes, passées dans ces anneaux et attachées à l'extrémité postérieure et supérieure 9 de la troisième phalange, j'ai produit avec facilité et une grande énergie les mouvements propres des interosseux et des lombricaux (de flexion des premières phalanges et d'extension des deux dernières).

293. Mais voici les graves inconvénients de cette disposition mécanique : les mouvements d'extension des deux dernières phalanges, au lieu de se faire régulièrement, comme dans le petit doigt J, dont mon doigt K' tend les interosseux

artificiels 11, étaient illimités, et ces phalanges se renversaient tellement, qu'elles formaient un angle ouvert en arrière, au niveau des articulations phalangiennes, comme dans le médius I, dont on voit mon doigt K tendre fortement les interosseux dorsaux artificiels 10. Outre cette déformation des doigts, il était difficile, sinon impossible, après l'avoir produite à un certain degré, d'obtenir, en tirant à la fois sur les cordes des extenseurs et des fléchisseurs superficiel et profond, les mouvements en sens inverse d'extension des premières phalanges et de flexion des deux dernières.

Cette expérience mécanique était pour moi un grand enseignement : elle me démontrait que les interosseux et les lombricaux doivent être limités ou bridés, dans leur action sur les deux dernières phalanges, sous peine d'en produire le renversement.

Ayant eu, en effet, l'occasion de disséquer des doigts dont les phalanges, à l'état normal, se renversaient considérablement les unes sur les autres, j'ai constaté qu'alors le tendon médian de l'extenseur commun des doigts jouait trop librement, et que les fibres qui le fixent à l'articulation métacarpo-phalangienne avaient subi une sorte d'élongation (1). D'un autre côté, chez des sujets dont les phalanges se renversaient ainsi, j'ai observé que la faradisation des interosseux augmentait encore ce renversement.

(1) Dans certaines conditions pathologiques, ce renversement des phalanges peut déformer leurs surfaces articulaires au point d'empêcher leurs mouvements en sens inverse, mouvements, on le sait maintenant, indispensables aux usages de la main. On en voit un exemple dans une des figures que M. Charcot a publiées dans sa thèse remarquable intitulée : *Étude pour servir à l'histoire de l'affection connue sous le nom de goutte asthénique primitive, nodosité des jointures.* J'ai reproduit cette figure dans mon *Traité d'électrisation localisée*, 2° édit., p. 482, fig. 82.

294. Cette expérience m'a enfin appris que le tendon médian a été prolongé jusqu'à son attache à la partie supérieure et postérieure de la seconde phalange, dans le but unique de servir à limiter l'action des interosseux et des lombricaux. Ce tendon s'est mis en effet en connexion intime avec les tendons de ces petits muscles (voy. *b*, *b*, fig. 57) en leur envoyant, de chaque côté, des fibres aponévrotiques *d* ; et comme il est bridé lui-même, au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne, ainsi que je l'ai montré plus haut (voy. 7, fig. 56), il limite nécessairement, par l'intermédiaire de ces fibres aponévrotiques, l'action des interosseux et des lombricaux sur l'extension des deux dernières phalanges.

On remarquera que les fibres qui établissent cette connexion (voy. *d*, fig. 57) vont en diminuant de longueur, de l'extrémité inférieure du premier métacarpien à l'extrémité supérieure de la première phalange, de manière à placer les bandelettes latérales en arrière des articulations phalango-phalangettienne et phalangetto-phalanginienne, disposition anatomique en vertu de laquelle ces bandelettes tendineuses peuvent produire l'extension des deux dernières phalanges.

Lorsque j'ai essayé d'appliquer à ma main de squelette le nouveau mécanisme décrit ci-dessus (292) et que je croyais plus simple que celui de la nature, parce qu'il me permettait de supprimer le prolongement des tendons des interosseux jusqu'à la partie postérieure et supérieure de la première phalange, je n'avais pas réfléchi à un autre de ses inconvénients. Il aurait en effet nécessité des coulisses synoviales destinées à maintenir les tendons des interosseux et des lombricaux selon leur direction naturelle et dans lesquelles ils auraient glissé, coulisses synoviales qui auraient été situées sur les côtés des premières phalanges et sur la

face postérieure des deux dernières. A quels dangers auraient été exposées ces coulisses synoviales pendant les usages manuels, et combien elles auraient rendu disgracieuse la forme de nos doigts !

En somme, les expériences que j'ai faites sur ma main de squelette m'ont fait comprendre et admirer les savantes et ingénieuses combinaisons mécaniques employées par la nature pour obtenir, d'une manière régulière, dans une limite déterminée, à l'aide d'un seul moteur, des mouvements simultanés d'abaissement de la première phalange, d'extension des deux dernières phalanges, et de latéralité de la première phalange.

Dois-je ajouter que je n'ai pu obtenir, sur ma main de squelette, les mouvements simultanés de flexion des premières phalanges et d'extension des deux dernières, sans renversement des phalanges, comme sur l'auriculaire de la figure 55, qu'en imitant la nature aussi fidèlement que possible, c'est-à-dire en établissant, à l'aide d'un fil de soie et au niveau de la première phalange, une connexion entre la corde de l'extenseur et celle des interosseux, connexion qui remplit exactement le même rôle que la connexion fibreuse *d* de la figure 57 (1).

(1) C'est après bien des expériences faites sur des mains en bois et sur des mains de squelettes, après plus d'une année de réflexion, que je suis arrivé à comprendre le mécanisme des mouvements des doigts. Aidé par de nouvelles dissections et par de nombreuses observations cliniques recueillies depuis plus de dix années, je suis encore plus convaincu de l'exactitude des explications mécaniques que je viens d'exposer. Aussi ai-je fait construire par l'habile préparateur M. Vasseur, des mains de squelettes dont les doigts peuvent exécuter tous les mouvements naturels, à l'aide de tendons artificiels ou cordes à boyaux, disposés d'après les notions anatomiques ci-dessus décrites. On peut, afin d'en étudier le mécanisme, produire à volonté sur cette main artificielle les troubles fonctionnels propres aux paralysies partielles des muscles moteurs des doigts.

### § III. — Muscles moteurs du pouce.

295. Les muscles de l'éminence thénar, à l'exception de l'opposant, étendent, on se le rappelle, la deuxième phalange du pouce, pendant qu'ils en inclinent latéralement la première en dedans ou en dehors et un peu en avant, et font pivoter celle-ci sur son axe longitudinal. Ces faits physiologiques sont parfaitement démontrés par mes recherches électro-physiologiques et cliniques (voy. p. 210, I, *Expérience B,* et p. 202, § II, *Physiologie pathologique*).

C'est seulement vers le milieu du XVIII[e] siècle que furent découvertes les dispositions anatomiques à l'aide desquelles on peut se rendre raison du mécanisme de ces mouvements.

Sabatier a le premier signalé l'union qui existe entre plusieurs faisceaux de l'éminence thénar et le tendon du long extenseur du pouce. Ainsi, il décrit la terminaison tendineuse du court abducteur du pouce de la manière suivante : « Son tendon (celui du court abducteur) passe sur le côté radial de l'extrémité supérieure de la première phalange et s'y fixe en partie. *Quelques-unes de ses fibres vont s'unir au tendon de l'extenseur du pouce et se continuent jusqu'à son extrémité* (1).

Cet anatomiste a aussi découvert *une expansion aponévrotique qui va du tendon de la portion interne du court fléchisseur au côté correspondant du tendon du long extenseur du pouce.*

Sœmmerring (2), en 1796, et Boyer en 1799, ont décrit ces mêmes expansions aponévrotiques, mais avec bien moins d'exactitude.

(1) Sabatier, *Traité d'anatomie.* Paris, 1764.
(2) Sœmmerring, *De corporis humani fabrica*, 1796.

296. Aucun de ces anatomistes n'a entrevu leur utilité. Comment expliquer que des observateurs tels que Sabatier, et surtout Sœmmerring qui s'est constamment appliqué à éclairer l'anatomie et à en agrandir même le domaine par les faits admis en physiologie, n'aient pas saisi le rapport anatomique et physiologique qui existe entre les expansions fibreuses des muscles de l'éminence thénar et celle des interosseux et des lombricaux? Ces anatomistes ont, en effet, écrit que les expansions fibreuses qui lient au tendon extenseur du

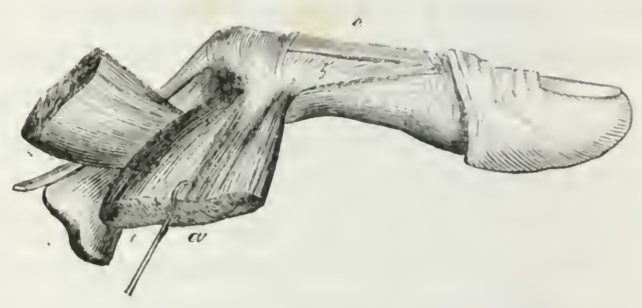


Fig. 59 (*).

pouce le court abducteur et la portion externe du court fléchisseur du pouce, produisent l'extension de la première et de la seconde phalange. — Est-il besoin de dire que, s'il en était ainsi, le pouce eût perdu quelques-uns des principaux attributs qui distinguent la main humaine? J'ai démontré, en effet, on se le rappelle, dans mes recherches électro-physiologiques, et cliniques, que la plupart des usages de la main nécessitent les mouvements simultanés de flexion de la première phalange et d'extension de la deuxième phalange du pouce.

(*) Pouce vu du côté interne. — *a*, adducteur du pouce; *b*, expansion aponévrotique allant au tendon du long extenseur du pouce; *c*, tendon du long extenseur du pouce.

297. Ces expansions aponévrotiques ont eu le même sort que celles qui unissent les tendons des interosseux des doigts aux tendons de l'extenseur commun des doigts, c'est-à-dire qu'elles ont été passées sous silence par les auteurs modernes. Bien plus, dans les belles planches anatomiques de Bourgery, elles ont été représentées fidèlement, sans que l'auteur ait songé à les décrire. M. Cruveilhier lui-même, qui, dans les deux dernières éditions de son *Traité d'anatomie*, a, le premier, vulgarisé mes recherches sur les interosseux, et qui a réhabilité les faits anatomiques qui expliquent les mouvements exercés par ces petits muscles, a gardé le silence sur ces expansions aponévrotiques; il n'a pas même mentionné les résultats incontestables de mes recherches sur les mouvements du pouce.

Il est donc nécessaire de réhabiliter l'existence anatomique de ces expansions aponévrotiques des muscles de l'éminence thénar, sans lesquelles les usages du pouce seraient à peu près annulés.

298. Bien des fois j'ai disséqué les muscles de l'éminence thénar, et j'ai constaté l'existence des expansions aponévrotiques, découvertes par Sabatier.

La portion interne du court fléchisseur du pouce, et — ce qui a été méconnu par Sabatier — l'adducteur du pouce *a* (fig. 59), après s'être rendu dans l'os sésamoïde interne, envoient une expansion aponévrotique *b* qui les unit au tendon du long extenseur du pouce *c*.

On voit dans la figure 60 que le court abducteur du pouce *a* envoie une expansion aponévrotique *e* au tendon *d* du long extenseur du pouce (fait anatomique découvert par Sabatier, voy. 295).

Par l'expérimentation électrique, j'ai découvert que la

portion externe du court fléchisseur du pouce devait avoir la même disposition anatomique (une expansion aponévrotique qui l'unit au tendon du long extenseur du pouce), en vertu de laquelle la deuxième phalange du pouce est étendue, pendant que la première en est fléchie. — Sabatier et Sœmmerring n'ont pas connu ce fait anatomique important. C'était donc une lacune à remplir dans la description anatomique des muscles de l'éminence thénar.

C'est M. Bouvier qui, dans une note lue à l'Académie de

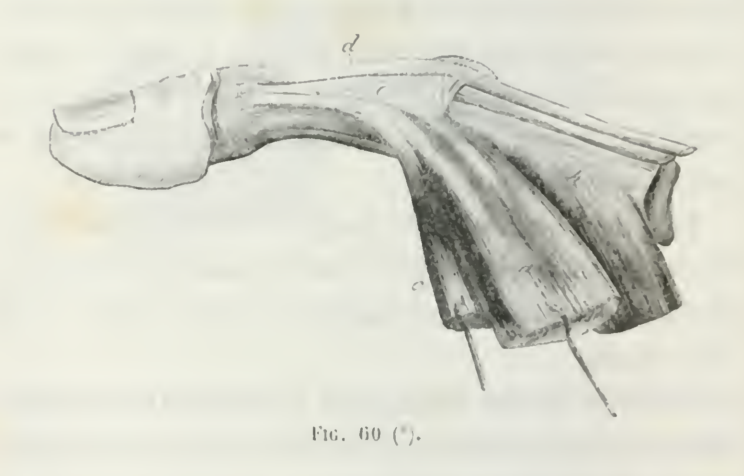



Fig. 60 (*).

médecine, s'était empressé de venir confirmer, par son témoignage, les faits électro-physiologiques nouveaux qui ressortaient de mes recherches sur la main, a confirmé ce fait anatomique que l'expérimentation électro-physiologique m'avait fait entrevoir. On voit dans la figure 60 que la portion externe *c* du court fléchisseur du pouce envoie en effet, comme le court abducteur du pouce *a*, un prolongement

(*) Pouce vu du côté externe. — *a*, court abducteur du pouce ; *b*, opposant du pouce ; *c*, portion externe du court fléchisseur du pouce ; *d*, tendon du long extenseur du pouce ; *e*, expansion aponévrotique du court abducteur du pouce allant au tendon du long extenseur du pouce *d*.

aponévrotique qui l'unit au tendon du long extenseur du pouce *d*.

299. On peut obtenir, aussi bien que par l'expérimentation électro-physiologique, la flexion de la première phalange et l'extension de la seconde phalange du pouce, en exerçant des tractions sur les muscles court abducteur et adducteur du pouce, et sur les portions interne et externe du court fléchisseur du pouce d'une main disséquée.

J'ajouterai que l'on produit égalemeut sur le cadavre les mouvements d'inclinaison latérale de la première phalange du pouce et de rotation sur son axe longitudinal, obtenus, on le sait, par l'excitation électrique de ces muscles, mouvements sans lesquels le pouce ne pourrait se mettre en rapport avec la plupart des doigts.

Le mécanisme de ces mouvements en sens inverse des deux phalanges du pouce est aussi simple qu'ingénieux. Je ne l'exposerai pas, parce qu'il est absolument le même que celui qui produit la flexion des premières et l'extension des deux dernières phalanges des doigts, et dont j'ai fait connaître le mécanisme, à l'occasion de l'étude des interosseux et des lombricaux.

300. Les anatomistes ont méconnu l'action spéciale que chacun des muscles de l'éminence thénar exerce sur la première phalange du pouce, action si bien démontrée par l'expérimentation électrique et par l'observation clinique, et en vertu de laquelle, par exemple, le court abducteur du pouce oppose le pouce aux troisièmes phalanges des deux premiers doigts, tandis que le faisceau externe du court fléchisseur ne l'oppose qu'aux deuxièmes phalanges des quatre doigts (voy. pages 211 et 236 E).

301. Le tendon du long extenseur du pouce offrait en ap-

parence une grande ressemblance avec ceux de l'extenseur commun des doigts. Comme ceux-ci, en effet, il se termine à l'extrémité postérieure et supérieure de la deuxième phalange. Il existe cependant une disposition anatomique qui distingue essentiellement entre eux les tendons de ces deux muscles, car elle rend bien différentes leur action propre et les fonctions qu'ils sont appelés à remplir.

On se rappelle la connexion fibreuse qui unit les tendons de l'extenseur commun des doigts si intimement à l'articulation métacarpo-phalangienne, qu'elle donne à ce muscle la propriété d'étendre les premières phalanges et annule son action sur les deuxièmes et sur les troisièmes phalanges (voy. 265). Eh bien! cette connexion fibreuse puissante n'existe pas pour le long extenseur du pouce. J'ai, en effet, constaté que son tendon fournit seulement quelques fibres rares qui se perdent dans l'articulation métacarpo-phalangienne, mais trop longues et trop lâches pour redresser la première phalange, lorsque, ayant coupé ce tendon au-dessus de cette articulation, j'ai tiré sur ce muscle.

302. Est-il besoin de faire remarquer qu'une expansion fibreuse semblable à celle de l'extenseur commun des doigts, aurait, en neutralisant l'action du long extenseur du pouce sur la deuxième phalange, aboli la fonction principale de ce muscle qui est appelé à étendre la deuxième et la première phalanges, et en même temps à étendre directement le premier métacarpien sur le carpe, comme lorsqu'on ouvre la main sans écarter le pouce des autres doigts.

303. Les anatomistes ont enseigné que le court extenseur du pouce imprime aussi un mouvement d'extension au premier métacarpien. L'expérimentation électro-musculaire a établi cependant que c'est une erreur, en montrant que ce muscle

produit puissamment et directement l'abduction du premier métacarpien (voy. page 207, 2° *court extenseur du pouce*).

Si l'assertion des anatomistes avait été fondée, le court extenseur du pouce n'aurait pu remplir l'une de ses plus importantes fonctions. En effet, lorsque la main tenant une plume, un crayon, veut tracer un trait d'avant en arrière, on observe des mouvements simultanés d'abduction du premier métacarpien, d'extension de la première phalange et de flexion de la seconde. J'ai démontré (230) que ces mouvements résultent de la contraction simultanée du court extenseur du pouce et de son long fléchisseur. Or, est-il besoin de faire remarquer que si le court extenseur du pouce produisait réellement l'extension du premier métacarpien, la plume échapperait au pouce et aux doigts qui la tiendraient, dès que ce muscle viendrait à se contracter.

304. Le mouvement d'abduction du premier métacarpien avait été attribué par les anatomistes au muscle qu'ils ont appelé, pour cette raison, long abducteur du pouce. C'était encore une erreur; car il est ressorti de mes expériences que ce muscle commence l'opposition du premier métacarpien, c'est-à-dire qu'il le porte obliquement en avant et en dedans (voy. page 208, 3° *long abducteur du pouce*), opposition continuée à un plus haut degré par l'opposant et le court abducteur du pouce, dont il est, pour ainsi dire, congénère, et qui agissent dans les mêmes circonstances que lui.

305. Enfin, les anatomistes ont écrit que le long fléchisseur du pouce fléchit les deux phalanges du pouce, et imprime au premier métacarpien un mouvement de dehors en dedans, à ce point que l'on en a fait un des puissants agents de l'opposition.

Une telle action du long fléchisseur du pouce aurait singulièrement gêné, sinon empêché, les fonctions qu'il est appelé à remplir concurremment avec le court extenseur du pouce, lorsque l'on écrit, dessine, etc.; car, pendant qu'il aurait fléchi alors la deuxième phalange, il se serait opposé aux mouvements d'extension de la première phalange et d'abduction du premier métacarpien.

Mais telle n'est pas, heureusement, l'action du long fléchisseur du pouce, puisque l'expérimentation (voyez p. 214, 4° *long fléchisseur du pouce*) et l'observation clinique (252, 253) ont démontré d'une manière incontestable que, physiologiquement, ce muscle n'imprime pas de mouvement au premier métacarpien, et qu'il agit faiblement sur la première phalange, ce qui permet les mouvements en sens inverse d'extension des premières phalanges du pouce et de flexion de sa deuxième phalange, dans la plupart des usages de la main.

Les anatomistes qui ont accordé au long fléchisseur du pouce une action si puissante sur la première phalange et sur le premier métacarpien, ont été trompés par l'expérimentation cadavérique. Ayant produit, en effet, outre la flexion de la deuxième phalange, la flexion de la première phalange et l'adduction du premier métacarpien, en tirant fortement sur le long fléchisseur du pouce, ils ont dû croire que c'était l'action propre de ce muscle. Mais, physiologiquement, le long extenseur du pouce ne peut se raccourcir au delà d'un certain degré, ou, en d'autres termes, jusqu'à produire puissamment la flexion de la première phalange du pouce et l'adduction du premier métacarpien; de même l'observation clinique a démontré que, par la même raison physiologique, les fléchisseurs sublime et profond sont presque impuissants sur les

premières phalanges, bien qu'en tirant fortement sur eux, chez un cadavre, on puisse fléchir puissamment les trois phalanges (voy. 197, 198 et 199).

306. Il ressort, en somme, de ce qui précède, qu'avant les recherches électro-physiologiques et cliniques exposées dans ce chapitre, les anatomistes avaient commis de nombreuses erreurs sur l'action propre des muscles court extenseur, long abducteur et long fléchisseur du pouce ; qu'ils n'avaient pas même entrevu les fonctions spéciales auxquelles ces muscles sont destinés, de même qu'ils ont méconnu le rôle important que remplissent les muscles de l'éminence thénar, dans les usages manuels les plus délicats et les plus fréquents, surtout dans ceux qui servent l'intelligence de l'homme.

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

### A. — Mouvements de la main sur l'avant-bras.

I. La main est étendue sur l'avant-bras par trois muscles qui jouissent chacun d'une action spéciale et indépendante.

L'un, le *second radial*, étend directement la main ; l'autre, le *premier radial*, l'étend en la portant dans l'abduction ; le troisième, le *cubital postérieur*, l'étend en la mettant dans l'adduction.

Je propose donc d'appeler le premier, *extenseur direct* de la main ; le second, *extenseur abducteur de la main*, et le troisième, *extenseur adducteur de la main* (voy. 150, 151, 154).

II. Ces trois muscles se contractent simultanément, lorsque l'extension de la main se fait avec effort. Mais, dans les usages habituels de la main, ils se contractent individuellement afin de produire le mouvement qui leur est propre.

III. Le demi-cercle supérieur décrit par le mouvement de circumduction de la main est produit par la contraction successive de ces muscles, de dehors en dedans, et *vice versâ* (voy. 152).

Lorsque le second radial est atrophié ou paralysé, ce mouvement de circumduction ne peut plus se faire que brusquement (voy. 156).

IV. Si l'extenseur abducteur (premier radial) est atrophié, la main, obéissant à la prédominance de la force tonique de l'extenseur adducteur (cubital postérieur), prend l'attitude de l'adduction, et à la longue les surfaces articulaires se déforment dans le sens de l'attitude vicieuse. Ces troubles dans l'attitude de la main ont lieu en sens inverse, lorsque la lésion siége dans l'extenseur adducteur de la main (cubital postérieur) (voy. 157).

Cette attitude pathologique de la main, et surtout l'impossibilité de la ramener en abduction ou en adduction, gêne considérablement les usages manuels.

La perte de l'extenseur abducteur (premier radial) occasionne des troubles beaucoup plus considérables que celle de l'extenseur adducteur (cubital postérieur), ce qui prouve que le premier est plus utile que le dernier (voy. 157).

V. La contraction synergique des extenseurs de la main accompagne toujours la flexion volontaire des doigts. Privés de leur concours, les fléchisseurs des doigts ne peuvent plus agir avec force. Ce fait est démontré par l'observation clinique (voy. 158).

VI. La flexion de la main sur l'avant-bras est exécutée : 1° Par le grand palmaire, qui infléchit un peu plus la portion externe de la main, sans lui imprimer un mouvement de latéralité ; 2° par le cubital antérieur, qui infléchit davantage

son dernier métacarpien; 3° par le petit palmaire, qui l'infléchit directement; 4° par le long abducteur du pouce (voy. 161, 163 et page 208, 3° *long abducteur du pouce*).

L'observation clinique a permis d'apprécier le degré d'utilité des mouvements propres à chacun de ces muscles, dans certains usages de la main. En général, la flexion de la main est opérée par leur contraction synergique (voy. 165).

VII. Le cubital antérieur n'imprime pas un mouvement d'adduction à la main (voy. 161, 166).

VIII. L'extension volontaire des doigts sur le métacarpien est toujours accompagnée de la contraction synergique et involontaire des fléchisseurs de la main (voy. 168, 169). Sans le concours de ces derniers, cette extension se fait sans force, et la main se renverse sur l'avant-bras, pendant l'extension des doigts. Ce fait est démontré par l'observation clinique (voy. 170).

B. — Mouvements des doigts de la main.

IX. Physiologiquement : 1° Les muscles extenseurs communs des doigts et extenseurs propres de l'index et du petit doigt sont essentiellement extenseurs des premières phalanges. 2° Les muscles fléchisseurs sublime et profond exercent principalement leur action sur les deux dernières phalanges. 3° Les interosseux et les lombricaux sont les extenseurs des deux dernières phalanges, et les fléchisseurs, des premières.

Ces propositions découlent de l'expérimentation électro-musculaire (voy. 172, 176, 179, 182).

L'observation clinique, en les confirmant, permet de fixer, d'une manière encore plus exacte, les limites d'action de chacun de ces muscles, et fait mieux ressortir leur importance relative, soit au point de vue des mouvements volon-

taires, soit au point de vue de l'attitude normale des doigts (voy. 187, 188, 189, 190, 192).

X. En même temps que l'extenseur commun des doigts étend les premières phalanges, il les écarte du médius, qui reste fixe. Ces mouvements latéraux sont toutefois peu étendus.

Les extenseurs propres de l'index et du petit doigt produisent l'adduction des premières phalanges.

Ces faits, démontrés par l'expérimentation électro-physiologique (voy. 173, 174, 175), sont confirmés par l'observation clinique (voy. 210).

XI. Il était utile à quelques usages de la main que, dans certaines circonstances, les mouvements latéraux des premières phalanges pussent être exécutés par les muscles qui produisent leur extension, et indépendamment de l'extension des deux dernières phalanges (voy. 211, 212).

XII. Les troubles fonctionnels graves que l'on observe dans les usages de la main, consécutivement à l'abolition de l'action des fléchisseurs sublime et profond, — comme je l'ai observé, par exemple, à la suite de la section des tendons fléchisseurs pratiquée dans la paume de la main, — montrent combien est grande l'utilité de ces muscles (voy. 194).

XIII. Les interosseux de la main impriment aux phalanges, sous l'influence de l'excitation électrique, trois mouvements différents : 1° à un courant modéré, l'abduction ou l'adduction des premières phalanges (suivant la position exacte de l'interosseux); 2° à un courant plus intense, l'extension des deux dernières phalanges; 3° et en même temps la flexion de la première phalange (voy. 181).

Ces mouvements d'extension des deux dernières phalanges, et surtout ceux de flexion des premières, par les in-

terosseux, sont exécutés avec une grande puissance; ce fait est démontré par l'expérimentation électro-physiologique (voy. 182), et par l'observation clinique (voy. 192). Ils sont produits simultanément et sont inséparables.

XIV. Les lombricaux agissent sur l'extension des deux dernières phalanges et sur la flexion des premières, de la même manière que les interosseux. Ils n'exercent pas d'action latérale, à l'exception du premier lombrical, qui est faiblement abducteur de la première phalange de l'index.

XV. L'expérimentation électro-physiologique semblait établir que, pendant les mouvements volontaires, les extenseurs et les fléchisseurs des doigts devraient posséder encore une certaine somme d'action, ceux-ci sur les premières phalanges, ceux-là sur les deux dernières (voy. 172).

L'observation clinique démontre cependant que cette action est à peu près nulle. En effet, les sujets privés de leurs interosseux et de leurs lombricaux ne peuvent ni étendre leurs deux dernières phalanges, malgré l'intégrité de leurs extenseurs commun et propres des doigts, qui produisent seulement alors l'extension de leurs premières phalanges, ni fléchir leurs premières phalanges, bien qu'ils possèdent leurs fléchisseurs sublime et profond, qui, dans ces cas, n'ont d'action puissante que sur les deux dernières phalanges (voy. 197, 198, 199).

D'un autre côté, ceux qui ont perdu leurs extenseurs commun et propres des doigts ou leurs fléchisseurs sublime et profond, étendent encore cependant leurs dernières phalanges et fléchissent leurs premières, avec autant d'énergie qu'à l'état normal, grâce à l'intégrité de leurs interosseux et de leurs lombricaux (voy. 187).

Ces faits cliniques démontrent donc qué les interosseux

sont en réalité les seuls extenseurs des deux dernières phalanges et les seuls fléchisseurs des premières.

XVI. On voit, dans la plupart des usages de la main, les premières phalanges s'étendre, pendant que les deux dernières se fléchissent, et *vice versâ*. Il était donc nécessaire que les phalanges fussent indépendantes, les premières des muscles fléchisseurs sublime et profond, et les deux dernières des muscles extenseurs commun et propres des doigts. Or, si ces muscles avaient agi également sur les trois phalanges, ainsi qu'on l'avait cru avant mes recherches, ces mouvements en sens inverse et simultanés des phalanges, résultant de leur contraction synergique, n'auraient pu être obtenus, sans qu'ils eussent à vaincre un antagonisme mutuel qui nécessiterait une grande dépense de force, et nuirait, par conséquent, à la dextérité et à la légèreté manuelles (voy. 186).

Mais cet antagonisme n'existe pas, puisqu'il est aujourd'hui bien démontré par l'observation clinique que, physiologiquement, les extenseurs commun et propres des doigts et les fléchisseurs sublime et profond des doigts n'exercent pas d'action appréciable, ceux-ci sur les deux dernières phalanges, ceux-là sur les premières (voy. 197, 198), et enfin que chaque interosseux ou chaque lombrical fléchit la première phalange, en même temps qu'il étend les deux dernières (voy. 187 et 192).

XVII. Les interosseux, les lombricaux, les extenseurs commun et propres des doigts, et les fléchisseurs sublime et profond, se modèrent mutuellement, dans l'action tonique qu'ils exercent sur l'attitude, au repos, de chacune des phalanges. En effet, les interosseux et les lombricaux sont les seuls muscles antagonistes des extenseurs commun et propres des

doigts pour les premières phalanges, et des fléchisseurs sublime et profond pour les deux dernières.

Cette proposition découle de ces faits cliniques nombreux dans lesquels on voit, consécutivement à l'atrophie des interosseux et des lombricaux, les phalanges entraînées d'une manière permanente, les premières dans l'extension, les deux dernières dans la flexion, sous l'influence continue de la force tonique des extenseurs commun et propres des doigts et des fléchisseurs sublime et profond. Cette attitude pathologique des phalanges occasionne des désordres graves, des déformations des surfaces articulaires, des subluxations, etc., et donne à la main la forme d'une griffe plus incommode qu'utile (voy. 200, 201, 202, 203).

XVIII. La connaissance du mécanisme de la griffe consécutive à la paralysie des interosseux et des lombricaux intéresse au plus haut degré la pratique chirurgicale. On comprend aujourd'hui que la ténotomie des fléchisseurs sublime et profond, pratiquée dans la paume de la main, dans le but de guérir une telle déformation des doigts, ne peut produire qu'une mutilation qui détruit à tout jamais les chances de guérison. J'en ai cité un malheureux exemple (205). Cette griffe disparaît et les fonctions de la main se rétablissent après la guérison de la paralysie des interosseux (206).

XIX. L'observation clinique démontre qu'il faut plus de force aux interosseux pour rapprocher les doigts les uns des autres, pendant l'extension de leurs trois phalanges, que pour étendre les deux dernières sur les premières maintenues dans l'extension (voy. 213). J'en ai expliqué la raison ou le mécanisme (voy. 214). (On peut en tirer un excellent signe diagnostique applicable à la connaissance du degré d'atrophie ou de paralysie des interosseux : l'impossibilité de rapprocher

les doigts, pendant leur extension, annonce le premier degré d'affaiblissement de ces muscles, tandis que la griffe qui se forme pendant l'extension volontaire des doigts est le signe du degré le plus avancé d'atrophie ou de paralysie de ces muscles.)

### C. — Mouvements du pouce.

XX. Le long extenseur du pouce étend ses deux phalanges, entraîne son premier métacarpien, et conséquemment le pouce lui-même obliquement en arrière et en dedans vers le second métacarpien. Ces trois mouvements se font simultanément et avec une égale énergie (voy. page 207, 1° *long extenseur du pouce*).

XXI. Le court extenseur du pouce (abducteur du premier métacarpien et extenseur de la première phalange) est le seul abducteur direct du premier métacarpien. Pendant qu'il étend la première phalange et qu'il met le premier métacarpien en abduction, la deuxième phalange est infléchie par la résistance tonique du long fléchisseur du pouce (voy. 216, 217, et page 207, 2° *court extenseur du pouce*).

XXII. Le long abducteur du pouce porte le premier métacarpien obliquement en dehors et en avant, de manière à le mettre en opposition avec le bord externe du premier métacarpien (voy. 216, et page 208, 3° *long abducteur du pouce*).

XXIII. L'expérimentation électro-physiologique démontre, ainsi que l'observation clinique, que les muscles long extenseur, court extenseur et long abducteur du pouce, restent complétement étrangers aux mouvements de supination de la main (voy. 219, 236, 237, 238).

XXIV. Ces trois muscles impriment d'autres mouvements à la main, lorsqu'ils sont au maximum de leur contraction : le

long abducteur la fléchit puissamment en l'inclinant de son côté; le long extenseur exerce sur elle une action contraire à celle du long abducteur; le court extenseur la porte directement en dehors (voy. 218).

XXV. La volonté ne peut mettre le court extenseur ou le long abducteur du pouce en action, sans que le cubital postérieur se contracte synergiquement afin de tenir la main fixe, pendant l'abduction du premier métacarpien ou pendant son mouvement oblique en avant et en dedans (voy. 220).

XXVI. L'opposant du pouce fléchit fortement le premier métacarpien sur le carpe et l'attire en même temps en dedans, jusqu'à ce que son extrémité inférieure corresponde au second métacarpien. Il est moins opposant que le court abducteur et que la portion externe du court fléchisseur du pouce (voy. 225, et page 213, 3° *opposant du pouce*).

XXVII. Le court abducteur du pouce imprime au premier métacarpien un mouvement analogue à celui qui est produit par l'opposant du pouce. En même temps il étend la deuxième phalange et incline la première phalange sur son côté externe, en la faisant pivoter sur son axe de dehors en dedans. De cet ensemble de mouvements, il résulte que la pulpe du pouce se trouve opposée à la pulpe des deux premiers doigts infléchis dans l'articulation métacarpo-phalangienne, et dont les deux dernières phalanges sont étendues (voy. 222, 225, 226, et page 211, 1° *faisceaux qui se rendent au côté externe de la première phalange du pouce*).

XXVIII. Le faisceau externe du court fléchisseur du pouce étend la deuxième phalange, de même que le court abducteur du pouce. Il incline plus latéralement, vers le petit doigt, le premier métacarpien et la première phalange, de telle sorte qu'il peut opposer la pulpe du pouce aux quatre doigts. Mais comme

il infléchit le premier métacarpien moins en avant que le court abducteur du pouce, il ne peut opposer l'extrémité du pouce qu'aux deuxièmes phalanges des doigts. Il en résulte qu'alors le pouce et les doigts ne peuvent se toucher par leurs extrémités, sans que la première phalange de ceux-ci se placent dans l'extension, et les deux dernières phalanges dans la flexion. Ces faits sont démontrés par l'observation clinique (voy. page 246, 247).

XXIX. L'adducteur du pouce (il faut comprendre dans ce muscle le faisceau interne du court fléchisseur qui se rend comme lui à l'os sésamoïde interne, parce qu'ils ont la même action) attire le premier métacarpien en dehors et le place un peu en avant du second métacarpien, lorsqu'il est à son maximum de contraction. Il s'ensuit que ce muscle peut faire exécuter au premier métacarpien quatre mouvements en sens contraire, savoir : un mouvement d'adduction, si cet os se trouvait préalablement placé en dehors par le court extenseur du pouce ; un mouvement d'abduction, s'il était à son plus haut degré d'adduction ou d'opposition, par le faisceau externe du court fléchisseur du pouce ; un mouvement d'extension, s'il avait été fléchi sur le carpe par le court abducteur du pouce ; et enfin un mouvement de flexion, s'il avait été placé dans l'extension par le long extenseur du pouce.

Cet adducteur fléchit légèrement la première phalange, l'incline sur son bord interne, et lui imprime un mouvement de rotation sur son axe longitudinal, en sens inverse de celui que produisent le court abducteur et la portion externe du court fléchisseur du pouce ; enfin il étend sa deuxième phalange (voyez page 213, 2° *faisceaux qui se rendent au côté interne de la première phalange du pouce*).

XXX. Il ressort des faits résumés dans quelques propositions précédentes, que l'extension de la deuxième phalange du pouce peut être produite par trois muscles qui ne sauraient se suppléer; car chacun d'eux agit différemment, et quelquefois même en sens contraire sur la première phalange et le premier métacarpien.

Ces muscles sont : 1° le long extenseur du pouce; 2° les faisceaux qui se rendent à l'os sésamoïde externe (le court abducteur et la portion externe du court fléchisseur du pouce) ; 3° les faisceaux qui aboutissent à l'os sésamoïde interne (l'abducteur et le faisceau interne du court fléchisseur du pouce).

Le tendon à l'aide duquel se fait cette extension de la deuxième phalange du pouce est un tendon commun à ces trois muscles; cependant il est fourni par le long extenseur du pouce, auquel il est emprunté par les autres muscles.

Ces muscles, qui exercent la même extension sur la deuxième phalange du pouce, ont des usages spéciaux.

XXXI. Le long extenseur du pouce sert principalement à effacer l'éminence thénar, et en même temps il étend les deux phalanges du pouce, comme, par exemple, lorsqu'on ouvre largement la main, sans écarter le pouce des autres doigts. La paralysie de ce muscle occasionne de la gêne et de la maladresse dans certains usages de la main; mais il reste complétement étranger aux mouvements qui dirigent la plume, le crayon, etc. (voy. 234, 235).

XXXII. Le court abducteur et le faisceau externe du court fléchisseur du pouce sont consacrés aux usages qui exigent les mouvements simultanés d'adduction du premier métacarpien, de flexion latérale de la première phalange du pouce, et d'extension de la seconde.

Ces muscles opposent le pouce, le court abducteur aux

deux premiers doigts, et la portion externe du court fléchisseur aux quatre doigts. Ils concourent avec les interosseux à diriger, d'arrière en avant, la plume, le pinceau, le burin (voy. 245, 246, 247, 248). Le premier pourrait donc être appelé *opposant du pouce aux troisièmes phalanges de l'index et du médius*, et le second, *opposant du pouce aux deuxièmes phalanges des quatre doigts*.

Le court abducteur du pouce est plus utile que la portion externe du court fléchisseur du pouce, parce qu'inclinant le premier métacarpien plus en avant sur le métacarpe, il permet au pouce de suivre les mouvements d'extension des doigts infléchis sur les métacarpiens, mouvements si fréquents et si utiles, par exemple, chez les dessinateurs, les peintres, etc., pour conduire le trait d'arrière en avant. On conçoit que la perte du court abducteur du pouce doive priver la main de ses usages les plus importants, ainsi que le prouve l'observation clinique (voy. 246, 247, 248).

XXXIII. Enfin le muscle adducteur du pouce est destiné à ramener vers l'index le pouce dont il maintient la deuxième phalange étendue, et imprime à sa première phalange un mouvement latéral en sens inverse de l'action du court abducteur et de la portion externe du court fléchisseur du pouce; sans ce muscle adducteur du pouce, les objets placés entre le pouce et les doigts ne peuvent être tenus solidement (voy. 257).

XXXIV. Les muscles qui meuvent le pouce ne sont pas uniquement destinés à imprimer des mouvements divers à son premier métacarpien ou à ses phalanges; ils les maintiennent aussi, pendant le repos musculaire, dans leur attitude naturelle, par leur force tonique, en s'équilibrant mutuellement, comme le démontre l'observation clinique.

XXXV. Si le court extenseur et le long abducteur du pouce sont paralysés ou atrophiés, le premier métacarpien est entraîné dans une adduction continue par les muscles opposant, court abducteur et court fléchisseur du pouce, et le pouce est infléchi dans la paume de la main. Cette attitude du premier métacarpien nuit considérablement aux usages de la main (voy. 232 et 253).

XXXVI. Lorsque l'atrophie a détruit les muscles opposant, court abducteur et la portion externe du court fléchisseur du pouce, le premier métacarpien devrait être à la fois sollicité par le long abducteur, le court extenseur et le long extenseur du pouce, mais c'est seulement à la force tonique du long extenseur qu'il obéit alors, car il se place dans l'attitude que ce dernier lui imprime, c'est-à-dire en arrière, et plus en dedans que s'il était mû par le long abducteur et le court extenseur du pouce (voy. 239).

XXXVII. Cette prédominance tonique du long extenseur du pouce sur le court extenseur et le long abducteur du pouce règne également pendant les mouvements volontaires. En effet : 1° Lorsque les muscles de l'éminence thénar sont détruits, l'abduction du pouce ou le mouvement oblique en dehors et en dedans du premier métacarpien ne peut avoir lieu qu'à la condition que le long extenseur du pouce ne se contractera pas au moment de la contraction des muscles court extenseur et long abducteur du pouce. 2° A l'état normal, la simple extension volontaire de la dernière phalange par ce muscle (le long extenseur du pouce), avec fixité du premier métacarpien, exige la contraction synergique des muscles court abducteur, court fléchisseur, et opposant du pouce, contraction sans laquelle le premier métacarpien serait inévitablement entraîné dans l'extension.

Le court abducteur et le faisceau externe du court fléchisseur du pouce, sont donc, pour le premier métacarpien, les modérateurs nécessaires du long extenseur du pouce, pendant l'extension partielle de la deuxième phalange par ce dernier muscle (voy. 240).

### D. — Considérations anatomiques et historiques sur les muscles moteurs des doigts et du pouce.

XXXVIII. Avant les recherches exposées dans ce chapitres les anatomistes professaient que l'extenseur commun des doigts, que les extenseurs propres de l'index et du petit doigt, et que les fléchisseurs sublime et profond agissaient avec une égale puissance sur les trois phalanges (voy. 258).

XXXIX. Des expériences faites sur des mains de cadavres confirment un fait établi antérieurement par l'expérimentation électro-physiologique et par l'observation clinique, en démontrant : 1° que les extenseurs des doigts n'ont qu'une action faible et limitée sur les deux dernières phalanges, et qu'ils sont les extenseurs réels des premières (voy. 260); 2° que les fléchisseurs sublime et profond fléchissent avec force, seulement les deux dernières phalanges.

XL. Des expériences cadavériques ont établi que cette flexion des deux dernières phalanges, qui se manifeste à l'instant où l'on tire sur l'extenseur des doigts, est due, en grande partie, à la résistance opposée par les fléchisseurs sublime et profond (voy. 262). C'est la confirmation d'un fait qui ressortait de l'observation clinique.

XLI. Des expériences de mécanique que j'ai faites sur des mains de squelettes m'ont fait entrevoir que cette résistance des fléchisseurs sublime et profond ne pourrait empêcher complétement le redressement de la deuxième pha-

lange, pendant la contraction de l'extenseur commun des doigts, s'il n'existait une disposition anatomique qui rend chacun des tendons de ce muscle puissant extenseur de la première phalange, et annule presque entièrement son action sur la deuxième phalange et sur les bandelettes latérales des interosseux et des lombricaux (voy. 263).

XLII. Cette disposition anatomique consiste principalement en une bride fibreuse qui, au niveau de l'articulation médio-tarsienne, part de la face antérieure de chaque tendon de l'extenseur commun des doigts et s'attache dans le point correspondant de cette articulation et assez souvent à l'extrémité supérieure et postérieure de la première phalange. J'ai toujours trouvé cette bride, qui est ordinairement assez forte, et constitue quelquefois un véritable tendon, aussi épais que le tendon d'où il naît (voy. 265).

XLIII. Les expansions fibreuses qui naissent de chaque côté des tendons de l'extenseur commun des doigts exercent la même action, mais avec beaucoup moins de puissance que les expansions fibreuses médianes ci-dessus décrites (voy. 266).

De nombreuses expériences cadavériques m'ont démontré que telle est l'action et l'utilité de ces expansions fibreuses.

XLIV. Les anatomistes (Winslow, M. Cruveilhier) qui ont décrit en partie ces brides et ces expansions fibreuses, sans lesquelles ne pourraient se faire les mouvements en sens inverse d'extension des premières phalanges et de flexion des deux dernières, n'en ont pas entrevu l'utilité (voy. 264).

XLV. L'anatomie fait donc connaître la raison mécanique en vertu de laquelle l'action de l'extenseur commun des doigts sur les deux dernières phalanges est très-limitée; mais elle

ne saurait expliquer pourquoi, physiologiquement, cette action est nulle, comme cela ressort de l'observation clinique (voy. 267).

Il est donc rationnel d'admettre que, pendant l'extension volontaire des doigts, les fléchisseurs des doigts se contractent synergiquement, afin de modérer cette extension. C'est cette force modératrice qui alors concourt à fléchir les deux dernières phalanges (voy. 268).

XLVI. L'expérimentation électro-physiologique a démontré que l'extenseur commun des doigts écarte les doigts les uns des autres, pendant qu'il étend les premières phalanges (voy. 173), et que les extenseurs propres les portent dans l'adduction (voy. 175).

Ces faits, signalés par Galien qui a essayé d'en expliquer le mécanisme, ont été méconnus par tous les autres anatomistes (voy. 271).

XLVII. Pendant plus de deux siècles, la connaissance de la seule disposition anatomique qui puisse rendre raison de l'action réelle des interosseux et des lombricaux, comme fléchisseurs des premières phalanges et extenseurs des deux dernières, a régné dans la science.

Cette disposition anatomique consiste dans le prolongement des tendons, des interosseux et des lombricaux avec les bandelettes latérales.

XLVIII. Ces faits anatomiques, découverts par Collombus et Fallope, dont les écrits datent de 1559 et 1561 (voy. 275, 276, 279), ont été complétement oubliés ou négligés par les anatomistes modernes, qui ont fait terminer les interosseux et les lombricaux sur les côtés de l'extrémité supérieure des premières phalanges (voy. 282).

XLIX. Ils ont été remis en lumière par une sorte d'ana-

tomie vivante (l'expérimentation électro-musculaire), qui a démontré d'une manière incontestable que, physiologiquement, les interosseux et les lombricaux sont les seuls extenseurs des deux dernières phalanges et les seuls fléchisseurs des premières, et que le mécanisme de ces mouvements ne saurait s'expliquer sans les faits anatomiques que je viens de rappeler et qui ont été enseignés par les Colombus, les Fallope, les Winslow et tant d'autres anatomistes célèbres (voy. 283).

L. De nouvelles recherches anatomiques, provoquées par mes expériences et faites par MM. Cruveilhier, Bouvier et moi, ont confirmé l'exactitude des faits anatomiques découverts par les anciens, et les ont complétés (voy. 286, 287, 288, 289, 290).

LI. Des expériences mécaniques que j'ai faites sur des mains de squelettes ont démontré :

1° Que les tendons des extenseurs commun et propres des doigts, qui sont uniquement destinés à étendre les premières phalanges, ont été prolongés jusqu'à la seconde phalange, dans le but unique de fournir latéralement un point d'attache aux expansions fibreuses qui les mettent en connexion intime avec les tendons interosseux et lombricaux.

2° Que ces expansions fibreuses sont destinées à donner à ces derniers tendons une direction oblique d'arrière en avant, à partir de l'extrémité inférieure et antéro-latérale des métacarpiens à l'extrémité supérieure et postérieure des deux dernières phalanges, et qu'elles les maintiennent ensuite en arrière des articulations des deux dernières phalanges, où elles sont connues sous le nom de bandelettes latérales.

3° Que, grâce à cette connexion, ces tendons interosseux et lombricaux produisent à la fois la flexion des premières

phalanges, leurs mouvements latéraux et l'extension des deux dernières phalanges (voy. 292, 293, 294).

LII. L'attache latérale à la partie supérieure de la première phalange, d'un faisceau particulier appartenant aux interosseux que Winslow, et après lui M. Bouvier, ont considéré comme des biceps, produit les mouvements latéraux des doigts d'une manière indépendante (voy. 287).

LIII. C'est seulement vers le milieu du XVIII[e] siècle que furent découvertes, par Sabatier, les dispositions anatomiques à l'aide desquelles on peut expliquer le mécanisme des mouvements en sens inverse d'extension de la deuxième phalange du pouce et d'inflexion antéro-latérale de la première, mouvements exercés par le court abducteur du pouce et par le faisceau externe du court fléchisseur du pouce.

Cette disposition anatomique consiste en prolongements aponévrotiques envoyés par ces muscles aux côtés du tendon du long extenseur du pouce, de telle sorte qu'en tirant sur eux, on produit l'extension de la deuxième phalange, en même temps que les autres mouvements de la première phalange et du premier métacarpien, propres à chacun de ces muscles (voy. 295).

LIV. Le fait anatomique découvert par Sabatier a été décrit par les anatomistes, ses contemporains, entre autres par Soemmerring et Boyer, mais aucun d'eux n'a compris l'action réelle des expansions aponévrotiques sur les mouvements du pouce, et surtout leur utilité (voy. 296).

LV. Ce fait anatomique, oublié ou méconnu après Boyer par les modernes (voy. 297), a été réhabilité par l'expérimentation électrique et par l'observation clinique, qui ont démontré que lui seul pouvait rendre compte de l'extension de

la première phalange pendant la contraction du court abducteur et du faisceau externe du court fléchisseur du pouce, et ont fait entrevoir que le faisceau interne du court fléchisseur et que l'adducteur devaient posséder une même expansion aponévrotique, ce qui a été constaté plus tard par M. Bouvier pour le premier, et par moi pour le second (voy. 298).

LVI. Aucun anatomiste n'a connu l'action latérale spéciale exercée sur la première phalange par le court abducteur et par le faisceau externe du court fléchisseur du pouce, en vertu de laquelle ces muscles peuvent opposer l'extrémité du pouce, le premier aux troisièmes phalanges des deux premiers doigts, le second aux secondes phalanges des quatre doigts (voy. 300).

LVII. Avant mes recherches, les anatomistes avaient émis des opinions erronées :

1° Sur l'action propre du court extenseur du pouce, dont ils avaient fait un extenseur du premier métacarpien, tandis qu'il en est le seul abducteur direct (voy. page 207, 2° *court extenseur du pouce*).

2° Sur l'action propre du long abducteur du pouce qui est l'un des opposants du premier métacarpien et non son abducteur, et qui, au maximum de contraction, produit la pronation de la main (voy. page 208, 3° *long abducteur du pouce*) et non sa supination.

3° Enfin sur l'action propre du long fléchisseur du pouce, auquel ils accordaient le pouvoir d'exercer puissamment l'opposition du premier métacarpien et la flexion de la première phalange en même temps que la seconde, et qui cependant, physiologiquement, n'exerce aucune action sur le premier métacarpien et ne fléchit que faiblement cette première phalange (voy. page 214, 4° *long fléchisseur du pouce*, n^os 252 et 253).

Les actions diverses qu'ils attribuaient à ces muscles auraient rendu impossibles les fonctions qu'ils sont appelés à remplir, dans les usages manuels les plus délicats et les plus importants, concurremment avec les extenseurs des premières phalanges et avec les fléchisseurs des deux dernières de l'index et du médius, lorsque la plume, le crayon, le burin, tenus entre les doigts et le pouce, ont à tracer un trait d'avant en arrière.

---

# DEUXIÈME PARTIE

## MOUVEMENTS DU MEMBRE ABDOMINAL.

---

Les études électro-physiologiques et cliniques exposées dans cette seconde partie, sont divisées en trois chapitres qui traitent de l'action individuelle et des usages des muscles qui meuvent :

1° *La cuisse sur le bassin ;*

2° *La jambe sur la cuisse ;*

3° *Le pied sur la jambe et les orteils sur les métacarpiens.*

## CHAPITRE PREMIER.

### ACTION INDIVIDUELLE ET USAGES DES MUSCLES QUI MEUVENT LA CUISSE SUR LE BASSIN.

### ARTICLE PREMIER.

#### MUSCLES QUI PRODUISENT A LA FOIS L'EXTENSION, L'ABDUCTION OU LA ROTATION DE LA CUISSE.

Les muscles qui produisent à la fois l'extension, l'abduction et la rotation de la cuisse, sont : le grand fessier (*glutæus magnus*), le moyen fessier (*glutæus medius*), et le petit fessier (*glutæus minor*).

## § I. — Électro-physiologie.

### A. — Expériences.

I. *Grand fessier.* — Le sujet se tenant sur l'un des membres inférieurs, dans la station debout, faradise-t-on le grand fessier de l'autre membre inférieur pendant qu'il tombe verticalement au repos, sans toucher le sol, voici ce que l'on observe :

1° La fesse se durcit et se rapproche de la ligne médiane;

2° Le membre inférieur excité se porte directement et puissamment en arrière du membre inférieur opposé;

3° Il tourne un peu et sans force sur son axe longitudinal de dedans en dehors.

Si le sujet, se tenant dans la même position debout sur l'un des membres inférieurs, maintient la cuisse du côté opposé fléchie en avant sur le bassin, et que l'on en faradise le grand fessier, l'extension de cette cuisse est produite de même que précédemment.

II. *Moyen et petit fessiers.* — Le sujet se tenant dans la station debout sur l'un des membres inférieurs, comme dans les expériences précédentes, celui du côté opposé tombant verticalement au repos, sans toucher le sol, faradise-t-on successivement et comparativement les différentes portions de son moyen fessier devenu sous-cutané par le fait de l'atrophie du grand fessier, on observe la série de mouvements suivants :

1° Le tiers antérieur de ce muscle produit puissamment d'abord la rotation de la cuisse en dedans et ensuite un mouvement oblique en avant et en dehors;

2° Son tiers moyen meut la cuisse directement en dehors,

sans exercer sur son axe longitudinal la moindre action rotatrice ;

3° Son tiers postérieur porte la cuisse obliquement en dehors et en arrière, et la fait en même temps tourner sur son axe longitudinal, de dedans en dehors. Ces mouvements sont notablement moins puissants que ceux qui sont produits par les deux autres portions ;

4° Les rhéophores sont-ils promenés transversalement d'avant en arrière sur toute la surface du moyen fessier, de manière à en faradiser successivement tous les faisceaux, la cuisse se porte d'abord en avant et en dehors, exécute ensuite un mouvement de circumduction de dedans en dehors, et en même temps elle tourne dans le même sens sur son axe longitudinal ;

5° La faradisation simultanée des trois portions de ce muscle produit l'abduction de la cuisse avec une très-grande force ;

6° Lorsque la cuisse est dans la flexion et que les pieds reposent sur le sol, dans la position assise, par exemple, la faradisation de la portion antérieure du moyen fessier rapproche la cuisse de la ligne médiane, tandis qu'elle l'en éloigne, lorsque l'excitation est portée sur la portion postérieure de ce muscle.

Si j'avais rencontré un cas d'atrophie du grand et du moyen fessier, j'aurais pu étudier de la même manière, par la faradisation localisée, l'action propre du petit fessier que ces muscles recouvrent. En attendant que cette occasion se présente, j'admettrai avec les auteurs, — ce qui d'ailleurs me paraît rationnel, — que ce muscle imprime au fémur les mêmes mouvements que le moyen fessier. Les considérations physiologiques que j'exposerai bientôt à l'occasion de l'étude

électro-physiologique du moyen fessier, sont donc applicables au petit fessier.

B. — Remarques.

307. Se fondant sur la direction des faisceaux du grand fessier et sur ses points d'attache, les auteurs ont attribué à ses diverses portions des fonctions différentes ou spéciales. Leurs opinions n'ont pas été entièrement confirmées par l'expérimentation électro-physiologique.

Suivant Winslow (1) et Sabatier (2) la portion supérieure du grand fessier produirait l'extension de la cuisse, tandis que sa portion inférieure ne posséderait qu'une action *abductrice*. — Il est facile de voir, dit au contraire M. Cruveilhier, que les fibres inférieures de ces muscles peuvent servir à l'*adduction* (3).

L'expérimentation électro-musculaire vient de prouver que ni l'une ni l'autre de ces assertions n'est fondée. Elle a démontré que, dans l'attitude verticale du membre inférieur, toutes les portions de ce muscle provoquent l'extension de la cuisse sur le bassin, sa portion inférieure plus énergiquement que sa portion supérieure. Quant à l'action abductrice attribuée à ce muscle par les auteurs, après Winslow, je n'ai pu l'obtenir d'aucune de ses portions, lorsque la cuisse se trouvait dans une direction verticale. Je n'ai pas produit non plus le mouvement d'adduction que M. Cruveilhier attribue à ses faisceaux les plus inférieurs.

308. « Quand on ne porte que sur une des deux jambes,

(1) Winslow, *Traité des muscles*. Paris, 1733, page 325, n° 1669.
(2) Sabatier, *Traité d'anatomie*, 1774, t. Ier, p. 347.
(3) Cruveilhier, *Traité d'anat. descript.*, t. Ier, p. 718.

dit Sabatier, la portion supérieure de ce muscle (le grand fessier) retient le bassin, pour qu'il ne soit pas entraîné par a pesanteur du corps, du côté de celle qui est levée (1). »

La plupart des anatomistes ont partagé l'opinion de Sabatier. On peut cependant constater sur soi-même, en saisissant à pleine main le grand fessier, que ce muscle reste dans un complet relâchement, lorsqu'on se tient debout sur une seule jambe. D'ailleurs, il eût fallu pour cela qu'il produisît l'abduction de la cuisse, ou bien celle-ci devenant le point fixe, qu'il inclinât latéralement le bassin. Or, l'expérimentation électrique a démontré qu'il n'est pas abducteur. — On verra par la suite que cette fonction est remplie par le moyen fessier (voy. 316).

309. Lorsque le sujet est assis et que ses jambes, étant fléchies, ses pieds reposent sur le sol, la cuisse est écartée en dehors par la faradisation du grand fessier; mais si l'on s'y oppose avec la main placée sur le côté externe du genou, on constate que ce mouvement est alors exécuté sans aucune force.

Le mouvement d'abduction produit par le grand fessier, dans cette attitude du membre inférieur, s'explique par l'action rotatrice que ce muscle exerce sur l'axe longitudinal du fémur, action qui étant empêchée par la fixité des pieds appliqués contre le sol se convertit alors en action abductrice sur la cuisse. La preuve de l'exactitude de cette explication, c'est que si les jambes sont maintenues dans l'extension, pendant la flexion de la cuisse sur le bassin, l'excitation du grand fessier fait tourner le membre librement en dehors sur son axe longitudinal et que l'abduction n'a plus lieu.

(1) Sabatier, *Traité d'anatomie*, 1774, p. 348.

310. Le mouvement de rotation de la cuisse de dedans en dehors sur son axe longitudinal, produit par le grand fessier en même temps que son extension, est exécuté sans force. Je m'en suis assuré en maintenant la cuisse fixée, au moment de la contraction électrique de ce muscle; je pouvais même alors lui imprimer facilement un mouvement de rotation en dedans.

Il eût été fâcheux que cette action rotatrice du grand fessier se fît avec force, car ce muscle, qui est toujours appelé à agir puissamment, n'aurait pu étendre la cuisse sur le bassin sans faire tourner le pied en dehors, ce qui aurait gêné les fonctions auxquelles il est appelé à concourir, par exemple pour monter un escalier, un plan incliné, sauter, courir, etc.

311. Dans la plupart des traités d'anatomie que j'ai consultés, les auteurs font remarquer qu'en raison de l'attache de ses faisceaux les plus inférieurs au coxis, le grand fessier empêche le renversement de cet os en arrière, pendant les efforts expulsifs de la défécation ou de l'accouchement. Il est vrai que ces faisceaux inférieurs du grand fessier peuvent exercer cette action sur le coccyx. — J'ai constaté ce fait en faradisant la portion inférieure de ce muscle, chez un jeune sujet paraplégique dont le coccyx était très-mobile, et chez lequel l'insensibilité absolue de cette région me permettait d'expérimenter avec un courant très-intense. — Mais si ces auteurs avaient su que ce muscle, en se contractant, porte en dedans les tissus qui le recouvrent, comme le démontre l'expérimentation électrique, et conséquemment, qu'en se contractant de chaque côté, il rapproche les fesses l'une de l'autre, ils n'auraient pas fait intervenir ce muscle dans l'acte de la défécation. Ils auraient pu d'ailleurs constater qu'au contraire il reste alors dans le complet relâ-

chement, tandis que, en serrant fortement les fesses l'une contre l'autre, pendant les efforts que l'on fait pour résister à un besoin pressant d'aller à la garderobe, il entre énergiquement en action avec d'autres muscles. Le grand fessier reste aussi dans le relâchement, pendant les efforts d'expulsion de l'accouchement. On comprend maintenant que sa contraction, dans cette circonstance, aurait gêné le travail, en repoussant vers la ligne médiane les tissus qui doivent se laisser dilater.

312. Il ressort de l'ensemble des faits et des considérations exposés, dans ce paragraphe, sur l'action propre du grand fessier, que ce muscle est un puissant extenseur de la cuisse et qu'en même temps il produit légèrement sa rotation en dehors, mais qu'on lui a attribué à tort une action abductrice.

Il est bien entendu que lorsque le fémur est le point fixe du grand fessier, ce muscle devient un puissant extenseur du bassin sur le tronc. C'est même la fonction principale qu'il est appelé à remplir, dans certaines circonstances.

313. L'expérimentation électro-physiologique vient de montrer que les mouvements imprimés au fémur par la contraction de la portion antérieure du moyen fessier peut se diviser en deux temps. En effet, dès que cette portion musculaire est mise en action, la cuisse tourne de dehors en dedans, et c'est seulement lorsque ce mouvement de rotation est arrivée presque à son maximum, que se produit un mouvement oblique en avant et en dehors.

Cette indépendance du mouvement de rotation en dedans, produit par la portion antérieure du moyen fessier, était nécessaire à l'usage du membre inférieur, ce mouvement

devant se faire aussi souvent et peut-être plus souvent pendant son adduction que pendant son abduction.

La rotation en dedans par la portion antérieure du moyen fessier est produite avec une force considérable par l'excitation électrique. Si l'on considère que l'influx nerveux qui doit faire contracter d'une manière plus complète l'ensemble des fibres musculaires met en œuvre une plus grande force, et que la portion antérieure du petit fessier vient doubler la puissance de cette rotation en dedans, on conçoit que ce mouvement puisse au besoin neutraliser la force rotatrice antagoniste (la rotation en dehors) dont les agents l'emportent de beaucoup par le nombre.

314. Pendant le mouvement de rotation en dedans, provoqué par la contraction de la portion antérieure du moyen fessier, le grand trochanter décrit un arc de cercle autour de l'axe du membre inférieur, représenté par une ligne fictive qui, partant de la tête du fémur ou de la cavité cotyloïde A, fig. 61 et 62, passe par le centre des articulations tibio-fémorale B et tibio-tarsienne C, et se termine à la partie moyenne du calcanéum D, fig. 61. En conséquence, la portion antérieure du moyen fessier imprime au pied, lorsque le membre inférieur est étendu, un mouvement en vertu duquel son extrémité antérieure et son extrémité postérieure décrivent chacun un arc de cercle en sens contraire, autour de l'axe du membre inférieur, qui passe verticalement par le centre de l'articulation tibio-tarsienne.

Cette théorie du mécanisme du mouvement rotatoire de la jambe et du pied sur un axe vertical fictif, sous l'influence de la portion antérieure du moyen fessier, est applicable au mouvement de rotation en sens inverse, qui est produit par les muscles antagonistes de ce muscle.

On verra combien la connaissance de ces faits aide à l'explication des attitudes vicieuses du pied consécutivement à certains états pathologiques des rotateurs de la cuisse.

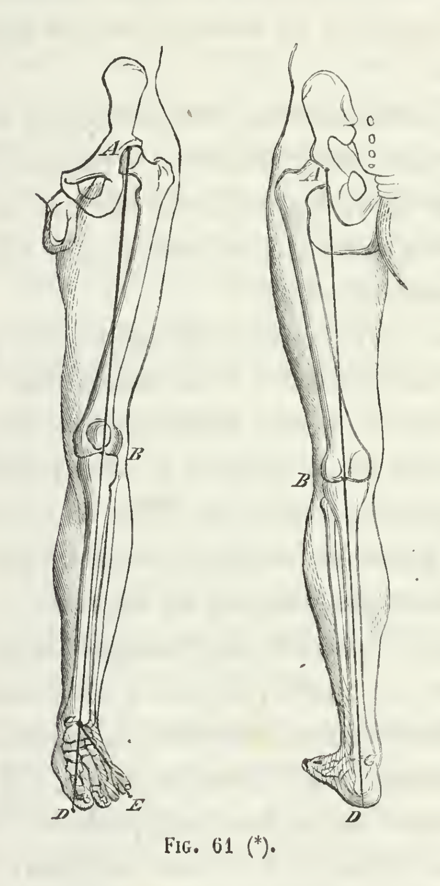



Fig. 61 (*).

(*) Axe du membre inférieur étendu et pendant la station debout, représenté par une ligne fictive partant du condyle du fémur ou de la cavité cotyloïde A, passant par le centre des articulations tibio-fémorale B et tibio-tarsienne C, et aboutissant à la partie moyenne du calcanéum (*talon postérieur*), D, fig. 61. A partir du centre de l'articulation tibio-tarsienne C, fig. 62, cette ligne droite fictive continuée en avant suivant la direction du pied, aboutit à l'extrémité antérieure du premier métatarsien D, fig. 62 (*talon antérieur*), c'est-à-dire qu'elle suit une direction favorable aux mouvements de flexion ou d'extension de l'articulation tibio-tarsienne, tandis que, continuée vers l'extrémité antérieure du cinquième métatarsien E, fig. 62, elle est déviée en dehors dans le sens de la direction des mouvements de l'articulation calcanéo-astragalienne.

Le tiers postérieur du moyen fessier, qui place la cuisse dans la rotation en dehors, exécute ce mouvement avec beaucoup moins de force que son tiers antérieur, en raison de la petite quantité de ses fibres qui sont plus d'une fois moins nombreuses.

315. Individuellement les trois portions du moyen fessier placent la cuisse dans l'abduction, la moyenne avec plus de puissance que les deux autres, et les faisceaux qui composent ces dernières d'autant plus faiblement qu'ils s'éloignent de la partie médiane de ce muscle.

La raison en est simple, c'est que toute la puissance du tiers moyen est applicable à la production d'un seul mouvement : l'abduction directe ; tandis que celle des autres portions se partage afin de produire à la fois plusieurs mouvements : l'abduction oblique en avant ou en arrière, avec rotation en dedans ou en dehors, et cela d'autant plus que leurs fibres sont plus éloignées des moyennes.

En vertu de l'ensemble des mouvements que possède le moyen fessier, ce muscle peut, par la contraction successive de ses différents faisceaux, imprimer à la cuisse un mouvement de circumduction, soit d'avant en arrière, soit d'arrière en avant. En même temps, lorsque la jambe est étendue sur la cuisse, il fait décrire à l'extrémité antérieure du pied une courbe de dedans en dehors, si le mouvement de circumduction a lieu d'avant en arrière, ou de dehors en dedans, s'il se fait d'arrière en avant.

316. Le mouvement de cicumduction imprimé à la cuisse rappelle le mouvement analogue des différentes portions que le deltoïde imprime au bras ; mais il serait inexact de dire que l'action de ces deux muscles est identique, car le deltoïde, contrairement à l'opinion de quelques anatomistes, n'exerce

pas d'action rotatrice sur le bras, comme le moyen fessier sur la cuisse.

### § II. — Physiologie pathologique.

317. Quel est le degré d'utilité du grand fessier? Dans quelles circonstances ce muscle entre-t-il en fonctions, en d'autres termes, à quels usages est-il plus spécialement destiné? Toutes ces questions, non moins importantes que la connaissance exacte de l'action propre de ce muscle avaient besoin d'être agitées ; l'observation clinique seule pouvait les élucider. La paralysie atrophique graisseuse de l'enfance, qui après avoir frappé primitivement les membres en masse finit souvent par se localiser dans un nombre très-limité de muscles et quelquefois dans un seul muscle, m'a fourni plusieurs fois l'occasion d'observer l'atrophie isolée de l'un des grands fessiers ou des deux grands fessiers. J'ai analysé les troubles fonctionnels qui en résultaient, au point de vue de l'étude des questions physiologiques que je pose en tête de ce paragraphe. Voici quel en a été le résultat.

318. De tout temps les anatomistes et les physiologistes ont fait jouer au grand fessier un rôle très-important dans la station et la marche. Cette opinion a été fort bien exprimée par un anatomiste moderne. « Si le fémur, dit-il, occupe une position fixe, ce qui a lieu pendant la station verticale, le grand fessier agissant sur le bassin le maintient dans sa rectitude naturelle, et les muscles spinaux, trouvant sur le sacrum et les os iliaques une surface immobile, peuvent agir à leur tour sur la colonne vertébrale et la ramener dans le prolongement de l'axe du corps : le grand fessier joue donc un rôle extrêmement important dans ce mode de station ; de là le volume considérable qu'il présente, volume qui a été considéré avec

raison comme une des preuves les plus concluantes que l'on puisse citer en faveur de la destination de l'homme à l'attitude bipède (1). »

Si le grand fessier joue réellement un rôle important dans la station et la marche, ces fonctions doivent être profondément troublées consécutivement à l'atrophie de ce muscle.

Les sujets chez lesquels j'ai constaté, à ma grande surprise, que le grand fessier était atrophié d'un côté ou des deux côtés à la fois, se tenaient debout sans fatigue et marchaient sans claudication apparente sur un plan horizontal. Je ne me serais certes pas douté de l'existence de l'atrophie de ces muscles, si elle ne m'avait été révélée déjà par l'exploration électrique.

Ce fait clinique démontre donc que les anatomistes et les physiologistes se sont trompés sur le rôle qu'ils ont attribué au grand fessier, dans la station et la marche.

Du reste, on peut constater facilement sur soi-même, en saisissant ce muscle à pleines mains, qu'il reste dans un complet relâchement, si l'on marche sur un terrain horizontal, ou si l'on est dans la station debout.

On verra bientôt quels muscles sont principalement chargés de l'extension de la cuisse sur le bassin, pendant la station debout et la marche sur un terrain horizontal.

319. L'observation clinique va nous montrer cependant que le grand fessier a souvent une importance considérable dans la locomotion, et quelles sont les circonstances où il est principalement appelé à fonctionner.

Les sujets privés du concours du grand fessier peuvent à peine ou se lever, s'ils sont assis, ou monter un escalier ou

(1) C. Sappey, *Anatomie descriptive*. t. I, p. 279.

marcher sur un plan ascendant, ou sauter, courir, progresser en portant une lourde charge sur les épaules, etc. Ce muscle est absolument nécessaire à l'accomplissement de ces différents mouvements.

Il est facile de s'assurer que le grand fessier entre énergiquement en action dans les circonstances précédentes. J'ai dit plus haut (318) que l'on peut constater, en saisissant à pleines mains le grand fessier, le relâchement de ce muscle, pendant la station et la marche; mais si le membre inférieur, après avoir oscillé d'arrière en avant, se pose sur la marche d'un escalier pour la franchir, on sent à l'instant que le grand fessier se contracte énergiquement, et qu'il tombe ensuite dans le relâchement un peu avant que le membre soit arrivé à la direction verticale. La même contraction du grand fessier se renouvelle à chaque marche de l'escalier ou à chaque pas en avant sur un plan ascendant, du côté qui a été porté en avant. On la sent encore extrêmement énergique, lorsqu'étant assis on veut se mettre dans la station sur les pieds, ou pendant le saut, pendant la course, lorsque le corps penché en avant se relève vivement, lorsqu'un lourd fardeau pèse sur les épaules, toutes les fois enfin que le bassin est étendu avec effort sur les cuisses et *vice versâ*.

En somme, étendre puissamment la cuisse sur le bassin et le bassin sur la cuisse, au moment où ils sont infléchis l'un sur l'autre, que l'on ait, par exemple, ou à monter un escalier, ou à marcher en avant sur un plan ascendant, ou dans le saut, ou dans toutes les circonstances analogues, telle est la principale fonction que le grand fessier est appelé à remplir.

Je me réserve de démontrer, lorsque j'aurai à traiter des autres extenseurs de la cuisse, que le grand fessier est celui qui la porte le plus en arrière de la verticale, et qu'à

lui seul, il en produit l'extension avec beaucoup plus de puissance que les autres extenseurs réunis.

320. Des sujets dont le grand fessier était atrophié ont pu exécuter tous les mouvements que j'ai obtenus par la faradisation du moyen fessier. D'autre part, aucun de ces mouvements ne peut être provoqué par la faradisation du grand fessier. Il est donc prouvé par ces faits que ces mouvements sont propres à l'action du moyen fessier. Ce qui en complète la démonstration, c'est que ces mouvements ne peuvent plus être exécutés, dès que le moyen et le petit fessier sont atrophiés.

321. Le trouble fonctionnel qui m'a le plus frappé, chez les individus dont le moyen et le petit fessier étaient atrophiés, c'est l'inclinaison du bassin du côté opposé, lorsqu'ils se tenaient dans la station debout sur le membre malade. Alors, ne pouvant redresser le bassin, ils inclinaient fortement le tronc du côté qui reposait sur le sol, pour le ramener dans la ligne de gravité.

Les mêmes mouvements anormaux du bassin et du tronc ont lieu, pendant le second temps de la marche, lorsqu'au moment où l'un des membres postérieurs oscille d'arrière en avant, le corps repose sur le membre inférieur dont les moyen et petit fessiers sont atrophiés. Dans plusieurs cas où les fessiers étaient atrophiés des deux côtés, le corps s'inclinait à chaque pas, du côté où l'un des membres reposait sur le sol, pendant que l'autre oscillait d'arrière en avant.

J'ai observé un cas dans lequel les fessiers étaient atrophiés, à l'exception du grand fessier. Ce dernier muscle ne pouvait empêcher le bassin de s'incliner du côté du membre

qui ne reposait pas sur le sol, pendant la station sur une seule jambe.

Les faits cliniques précédents démontrent que, par leur action abductrice, le moyen et le petit fessier sont seuls destinés à fixer le bassin sur la cuisse, lorsque le tronc reposant sur l'un des membres inférieurs, soit pendant la station debout, soit pendant le second temps de la marche, tend, par son poids, à faire incliner le bassin du côté opposé.

322. Tout le monde comprendra que, consécutivement à l'atrophie du moyen et du petit fessier, d'autres usages du membre inférieur doivent être abolis ou gênés par la perte des mouvements d'abduction, soit directe, soit en dehors, soit en avant et de circumduction. Il en est un que je veux signaler encore particulièrement.

La destruction des abducteurs de la cuisse occasionne la prédominance de force tonique des muscles qui en produisent l'adduction. Il en résulte que, pendant la marche, le membre affecté se trouve, au moment où il oscille d'arrière en avant, trop rapproché du membre qui repose sur le sol, ce qui gêne la progression.

323. Les désordres fonctionnels que je viens de décrire, comme étant consécutifs à l'atrophie de ces muscles, font ressortir leur degré d'utilité, dans la marche et la station debout sur l'un des membres inférieurs.

## ARTICLE II.

### MUSCLES ROTATEURS DE LA CUISSE EN DEHORS.

Les muscles destinés à produire la rotation de la cuisse en dehors sont au nombre de six : le pyramidal (*piriformis*), les jumeaux (*geminus*), l'obturateur interne (*obturator inter-*

*nus*), l'obturateur externe (*obturator externus*) et le carré fémoral (*quadratus femoris*).

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

Le pyramidal, les jumeaux, l'obturateur interne et le carré fémoral, faradisés directement (lorsque, par le fait de l'atrophie du grand fessier, ils sont devenus superficiels), impriment à la cuisse un mouvement de rotation en dehors. Le pyramidal la porte en outre obliquement en arrière et en dehors, mais un peu moins obliquement que les faisceaux les plus postérieurs du moyen fessier.

#### B. — Remarques.

324. Toutes les fois que j'ai rencontré une atrophie du grand fessier, j'ai saisi cette occasion pour étudier, par la faradisation, l'action propre des muscles qui, auparavant recouverts par lui, sont devenus alors sous-cutanés.

Il m'a été possible de localiser l'excitation électrique dans le pyramidal, surtout chez un sujet très-maigre, dont la peau était très-amincie. Mes rhéophores se trouvant posés au niveau de la surface du pyramidal dont je reconnaissais la forme par le toucher, j'ai vu très-nettement que la cuisse, après avoir tourné en dehors sur son axe longitudinal, se portait obliquement en arrière et en dehors. Si ensuite ces rhéophores étaient appliqués plus en avant, au niveau des fibres les plus postérieures du moyen fessier, la rotation de la cuisse était conservée, mais le mouvement d'abduction était un peu plus prononcé.

Il est donc démontré par cette expérience que le pyramidal

n'est pas seulement un rotateur de la cuisse, mais qu'il la place aussi dans l'extension et un peu dans l'abduction.

Ce muscle possède une action analogue à celle des faisceaux postérieurs des moyen et petit fessiers; il doit fonctionner dans les mêmes circonstances. Ainsi, par exemple, il concourt avec eux, pendant la station debout, au mouvement de circumduction du fémur, mouvement dont il exécute le dernier temps, lorsqu'il a lieu d'avant en arrière, ou qu'il commence au contraire, s'il est fait dans un sens opposé.

225. Après avoir faradisé le pyramidal, chez des individus dont le grand fessier était atrophié, j'ai placé les rhéophores plus bas, au niveau du jumeau supérieur, de l'obturateur externe et du jumeau inférieur, en évitant, bien entendu, le nerf sciatique qui croise leur direction (pour cela je me suis servi de rhéophores humides à petite surface).

Je ne saurais dire si, dans ces expériences, j'ai localisé exactement l'excitation dans chacun de ces muscles; mais j'ai constaté qu'au moment de leur contraction, le membre inférieur, quand il se trouvait dans une position verticale, tournait de dedans en dehors sur son axe longitudinal.

J'ai vu aussi que, sous l'influence de la faradisation, le carré fémoral imprimait à la cuisse les mêmes mouvements que les trois muscles précédents.

En somme, l'expérimentation électrique prouve que l'action propre des muscles jumeaux, obturateur et carré de la cuisse est rotatrice en dehors, ainsi que les auteurs l'avaient déduit des attaches et de la direction de ces muscles. Elle montre de plus que le pyramidal, dont l'action principale est pareillement rotatrice en dehors, agit à la manière des faisceaux postérieurs des moyen et petit fessiers — ce qui avait été méconnu.

326. Expérimentalement, la rotation de la cuisse en dedans, produite par la portion antérieure du moyen fessier, se fait aussi bien dans l'attitude fléchie de la cuisse, sur le bassin, que lorsque celle-ci est parallèle à la direction du tronc. Il en est de même pour la rotation de la cuisse en dehors. En effet, la cuisse étant fléchie sur le bassin, et la jambe étendue sur la cuisse qui alors repose sur un plan horizontal, lorsque j'ai faradisé la masse des muscles précédents, le membre a tourné de dedans en dehors sur son axe longitudinal, sans être porté dans l'abduction. Soutenais-je alors la cuisse avec ma main, pendant que la jambe était infléchie sur elle, sans que le pied touchât le sol, la cuisse exécutait encore son mouvement de rotation sur son axe longitudinal, et l'extrémité inférieure de la jambe, qui représentait un rayon de cet axe, décrivait une courbe de dehors en dedans. Mais, dès que le pied était fixé au sol, le genou s'écartait en dehors, c'est-à-dire que le mouvement de rotation du fémur, qui ne pouvait plus se faire, semblait avoir été converti en mouvement d'abduction de la cuisse.

### § II. — Physiologie pathologique.

327. Six muscles sont destinés à faire tourner la cuisse de dedans en dehors. La puissance de ce mouvement est d'autant plus grande, que leurs fibres sont plus courtes et que leur action est plus directe. Ajoutons que d'autres muscles possèdent également cette action rotatrice en dehors, à un moindre degré, il est vrai, parce qu'ils sont plus particulièrement destinés à une autre fonction (ou à la flexion, ou à l'extension, ou à l'adduction, ou à l'abduction de la cuisse).

Pour neutraliser ou combattre cet ensemble d'actions ro-

tatrices en dehors, il n'existe que les moitiés antérieures des moyen et petit fessiers, dont la puissance rotatrice sur le fémur est diminuée par l'action oblique en avant et en dehors, qu'ils exercent en même temps sur cet os.

Il semble donc, au premier abord, que la force tonique de ces portions musculaires qui produisent la rotation de la cuisse en dedans doive être insuffisante pour modérer la force tonique des nombreux muscles rotateurs en dehors. Mais, si l'on prend en considération la grande quantité de fibres qui entrent dans la composition des moitiés antérieures du moyen et du petit fessiers, on comprendra que la force tonique de ces faisceaux puisse modérer celle des muscles rotateurs antagonistes, avec assez de puissance pour maintenir le fémur dans une position moyenne, entre la rotation en dehors et la rotation en dedans, lorsque le membre inférieur tombe verticalement au repos. On remarque, en effet, que, dans cette attitude, la pointe du pied est seulement un peu tournée en dehors, par le fait d'une légère prédominance tonique des rotateurs du fémur en dehors.

328. On prévoit que si le moyen et le petit fessiers, — les seuls muscles capables de modérer la force tonique des rotateurs de la cuisse en dehors, — viennent à s'affaiblir ou à s'atrophier, le fémur et conséquemment la pointe du pied seront nécessairement entraînés dans la rotation en dehors.

C'est en effet ce que j'ai toujours observé, et cela proportionnellement au degré d'atrophie ou d'affaiblissement de ces portions musculaires. Il en résulte non-seulement une attitude vicieuse du membre inférieur, mais aussi une claudication et un affaiblissement, pendant la marche, parce que le pied qui appuie contre le sol, étant alors plus tourné en dehors qu'à

l'état normal, son extension imprime au tronc une impulsion en avant moins puissante que du côté sain.

329. Voici d'autres faits analogues, mais en sens inverse, que j'ai observés dans cette même maladie. J'ai rencontré des sujets qui avaient été atteints d'une paralysie spinale de l'enfance, et dont la cuisse, au repos musculaire, était dans la rotation en dedans, tantôt d'un côté, tantôt des deux côtés. (Pendant la station debout, le diamètre antéro-postérieur du pied avait une direction presque transversale. Il en résultait un singulier trouble de la marche, qu'il serait superflu de décrire ici.) Ces individus ne pouvaient placer la cuisse dans la rotation en dehors; mais, si je la mettais moi-même dans cette position, ils pouvaient la ramener puissamment dans la rotation en dedans; je constatai alors que ce mouvement était opéré par la contraction du faisceau antérieur du moyen fessier, et probablement aussi du petit fessier.

En somme ce fait, qui est l'opposé du précédent, montre que, consécutivement à la paralysie des rotateurs de la cuisse en dehors, celle-ci est entraînée dans la rotation en dedans, par la prédominance tonique des faisceaux antérieurs des moyen et petit fessiers.

J'ai rapporté ces faits cliniques dans le but de démontrer que l'attitude normale de la cuisse, au point de vue de son degré de rotation en dedans ou en dehors, dépend de l'équilibre des forces toniques musculaires qui produisent ces mouvements contraires.

## ARTICLE III.

### MUSCLES QUI FLÉCHISSENT LA CUISSE SUR LE BASSIN.

Les muscles destinés à fléchir la cuisse sur le bassin sont : l'iliaque (*iliacus internus*), le psoas (*psoas major et minor*), le muscle du fascia lata (*fascia lata femoris*).

Je réunis dans un même paragraphe ces trois muscles qui produisent puissamment la flexion de la cuisse sur le bassin et dont l'action synergique est nécessaire à l'oscillation d'arrière en avant du membre inférieur, pendant le second temps de la marche. D'autres muscles produisent aussi la flexion de la cuisse : le droit antérieur de la cuisse, le couturier et le pectiné. Je renvoie l'étude du premier à l'article consacré aux extenseurs de la jambe sur la cuisse, et celle du second à l'article qui traite de ses fléchisseurs.

### § I. — Electro-physiologie.

#### A. — Expériences.

I. *Iliaque.* — Lorsqu'on veut provoquer la contraction électrique du muscle iliaque, on fait déprimer par les mains d'un aide la paroi abdominale correspondante à ce muscle, de manière à laisser entre elles assez d'espace pour l'application des deux rhéophores. Chez un sujet très-maigre et à ventre plat, si le courant est assez intense, on peut, dans cette expérience, constater les mouvements produits par la contraction de l'iliaque, bien que les faisceaux musculaires qui se rencontrent dans la paroi abdominale, au niveau du point faradisé, se contractent en même temps. Voici ce que l'on observe :

Si le sujet est dans la station debout sur l'un des membres inférieurs et sur un plan assez élevé pour que l'autre membre soumis à l'expérimentation puisse osciller, sans rencontrer le sol, on voit la cuisse du côté excité s'infléchir sur le bassin et tourner légèrement sur son axe longitudinal de dedans en dehors. La même expérience faite sur le sujet placé dans le décubitus dorsal produit les mêmes mouve-

ments ; mais alors la flexion de la cuisse est obtenue difficilement, parce que le poids du membre s'y oppose.

II. *Psoas.* — Il m'a été impossible de localiser la faradisation dans le psoas. Il est permis d'admettre, d'après ses attaches et sa direction, que son action sur le fémur est la même que celle de l'iliaque dont il n'est qu'une dépendance. C'est pourquoi je comprendrai, à l'exemple de M. Cruveilhier, ce muscle et le précédent dans la dénomination commune d'*iliaque psoas.*

III. *Tenseur du fascia lata.* — Le sujet étant placé comme dans l'expérience précédente : 1° sous l'influence d'une excitation légère du tenseur du fascia lata, on voit les tissus mous de la partie externe de la cuisse, qui recouvrent ce muscle et le crural externe, portés obliquement en avant e en dedans, puis une dépression très-marquée de la surface cutanée de cette région se dessiner ; 2° à un courant un peu plus intense, la cuisse tourne en outre de dehors en dedans ; 3° enfin, au maximum d'excitation électrique de ce muscle, la cuisse est infléchie un peu obliquement en avant et en dehors sur le bassin, en même temps que se produisent les mouvements précédents. Il ne m'a pas été possible d'obtenir l'abduction.

B. — Remarques.

330. La région sur laquelle on doit opérer, dans les expériences précédentes, est tellement sensible, que les sujets les plus courageux ne peuvent ordinairement maîtriser les mouvements provoqués par la douleur ; ce qui gêne l'observation. J'ai évité cette difficulté en expérimentant sur des sujets complétement anesthésiques, comme cela sela se rencontre, par exemple, chez des hystériques qui ordinairement

avaient en même temps perdu les mouvements volontaires.

Ayant faradisé un individu dont les muscles de la paroi abdominale droite étaient atrophiés, j'ai pu obtenir la contraction isolée de l'iliaque-psoas et constater les mouvements décrits ci-dessus.

331. L'expérimentation électro-physiologique ne fait que démontrer ici ce qui a été enseigné dans presque tous les traités d'anatomie, à savoir, que le muscle iliaque-psoas fléchit la cuisse sur le bassin, et lui imprime en même temps un mouvement de rotation en dehors.

332. Winslow semble cependant n'avoir fait de ce muscle iliaque-psoas qu'un fléchisseur de la cuisse, car il ne mentionne pas le mouvement de rotation qu'il imprime au fémur. Cet anatomiste célèbre, qui a analysé si minutieusement tous les mouvements propres des muscles, et qui a jeté une si grande lumière sur la physiologie musculaire, n'aura certainement pas manqué de mentionner ce mouvement de rotation important, exercé par l'iliaque-psoas, s'il avait cru qu'il appartînt à l'action propre de ce muscle. L'expérimentation physiologique lève donc tous les doutes sur ce point, si toutefois il pouvait encore en exister.

333. Le mouvement de rotation produit par l'iliaque-psoas ne se fait pas avec une grande puissance; l'expérience suivante le démontre. Au moment où j'avais obtenu la rotation de la cuisse en dehors, par la faradisation de ce muscle, j'ai pu, sans effort, imprimer au fémur un mouvement en sens contraire. Ou bien il m'a suffi d'exciter alors, à un degré modéré, la portion antérieure du moyen fessier, qui, on le sait, est rotatrice en dedans, pour neutraliser l'action rotatrice de l'iliaque-psoas et même obtenir un mouvement de rotation de la cuisse en dedans.

334. Cette action rotatrice de l'iliaque-psoas en dehors, nécessitait, dans la flexion volontaire de la cuisse directement en avant, le concours d'un muscle qui, étant congénère de la flexion de la cuisse, fût en même temps antagoniste ou modérateur de sa rotation en dehors. Ce muscle est celui qui a été appelé tenseur du fascia lata. Si, en effet, on faradise simultanément ce muscle en même temps que l'iliaque-psoas, la flexion de la cuisse se fait directement, sans aucun mouvement de rotation.

Le mouvement de rotation produit par le tenseur du fascia lata n'est pas très-étendu ; ce muscle se borne à s'opposer à la rotation de la cuisse en dehors, et quand il est à son maximum de contraction, la pointe du pied regarde en avant.

335. L'expérimentation électro-physiologique vient de montrer que conformément à l'opinion de Winslow (1) et de tous les anatomistes qui lui ont succédé, le tenseur du fascia lata tend l'aponévrose fémorale, et qu'il agit plus spécialement, comme le fait remarquer M. Cruveilhier (2), sur la bandelette de cette membrane aponévrotique qui fait suite à ce muscle, justement appelé par Winslow *muscle de la bande large*. Mais Sabatier (3) a eu tort de dire que c'est là son plus grand usage. Je le démontrai bientôt.

Cette même expérience a prouvé aussi que, contrairement à l'assertion de MM. Cruveilhier et Sappey, l'action du tenseur du fascia lata, comme extenseur de la jambe sur la cuisse, n'est pas appréciable. L'observation clinique, on le verra bientôt (340), fait douter de la réalité de cette action. Voici d'ailleurs la preuve que ce muscle n'entre pas dans

(1) *Loc. cit.*, p. 328, n° 1090.
(2) *Loc. cit.*, p. 733.
(3) *Traité complet d'anatomie*, t. I, p. 356.

la synergie musculaire qui produit l'extension de la jambe. L'un des membres inférieurs reposant sur un plan horizontal ou tombant verticalement au repos, sans toucher le sol, on fait étendre volontairement la jambe sur la cuisse. Si alors on excite le tenseur du fascia lata, on constate qu'il était dans l'inaction, car, à l'instant même, on le voit se contracter et produire les mouvements qui lui sont propres.

336. Les anatomistes en général ont attribué au tenseur du fascià lata une action abductrice assez puissante sur la cuisse, ou sur le bassin, lorsque le fémur devient le point fixe. Cependant Winslow avait écrit : « On l'a mal à propos fait passer pour un abducteur de la cuisse. La direction de ce muscle est très-contraire au mouvement d'abduction ou d'écartement (1). »

L'expérimentation électro-physiologique a prouvé, en montrant que le tenseur du fascial est très-peu abducteur, que Winslow était presque dans le vrai.

337. Mais telle n'est pas son action principale, car l'excitation électrique de ce muscle fléchit la cuisse sur le bassin, obliquement en avant et très-peu en dehors.

De plus, il entre dans la synergie musculaire la flexion de la cuisse. En effet, que le sujet fléchisse sa cuisse sur son bassin et que, pour provoquer la contraction énergique des muscles qui entrent alors synergiquement en action, on oppose quelque résistance à ce mouvement, alors on sent, avec le doigt appliqué sur son point d'attache à l'épine iliaque antérieure et supérieure, que le muscle du fascia lata est fortement contracté.

On constate aussi, avec le doigt appliqué sur l'attache du

(1) *Loc. cit.*, p. 328, n° 1090.

muscle du fascia lata à l'épine iliaque antérieure et supérieure, qu'il concourt au mouvement d'oscillation du membre inférieur en avant, pendant le second temps de la marche.

En somme, le tenseur du fascia lata est destiné à concourir au mouvement de flexion de la cuisse sur le bassin, principalement dans le but de modérer l'action rotatrice en dehors produite par l'iliaque-psoas.

### § II. — Physiologie pathologique.

338. Je viens de démontrer que le muscle tenseur du fascia lata, congénère de l'iliaque-psoas pour la flexion de la cuisse, est principalement destiné à neutraliser l'action rotatrice en dehors de ce dernier muscle, en se contractant synergiquement avec lui, pendant le second temps de la marche, afin de faire osciller le membre inférieur directement en avant.

Ce fait est mis en lumière par l'observation clinique. En effet, chez les individus dont le tenseur du fascia lata est seul paralysé ou atrophié, la cuisse tourne en dehors, pendant l'oscillation d'arrière en avant du deuxième temps de la marche, bien qu'ils puissent empêcher la rotation en dehors, lorsque leur attention est fixée sur ce point.

Longtemps j'ai méconnu cette cause de la rotation de la cuisse en dehors, pendant le second temps de la marche; voici dans quelles circonstances j'en ai découvert le mécanisme.

Une jeune personne avait été atteinte, vers l'âge de deux ans, d'une paralysie des membres inférieurs, dont il ne lui était resté, à droite, qu'une rotation exagérée de la cuisse de dedans en dehors et un peu de claudication, pendant la marche. Ses parents attribuaient ce mouvement anormal du

membre inférieur à une mauvaise habitude. Elle pouvait, en effet, l'empêcher lorsqu'elle y prêtait son attention. Mais dès qu'elle n'y pensait plus, la cuisse tournait de nouveau en dehors, au moment où elle la portait en avant : conséquemment le pied, en se posant sur le sol, regardait également en dehors. Le membre inférieur droit était grêle comparativement à celui du côté opposé. Tous ses mouvements partiels étaient notablement moins forts. Cependant cette demoiselle exécutait complétement et avec assez de puissance la rotation de la cuisse de dehors en dedans. — *Je constatai qu'alors ce mouvement de rotation était opéré par la portion antérieure du moyen fessier, mais que le tenseur du fascia lata était entièrement atrophié.*

En somme, cette jeune personne avait eu une paralysie atrophique du membre inférieur droit, vers l'âge de deux ans. Les mouvements de ce membre étaient revenus progressivement en quelques mois, et la nutrition générale en avait peu souffert ; mais le tenseur du fascia lata, dont l'innervation avait été plus profondément atteinte, était complétement détruit. Le défaut de concours de ce muscle qui neutralise l'action rotatrice en dehors exercée sur le fémur par l'iliaque psoas, était la cause unique du mouvement pathologique qui, pendant la marche, se produisait au moment de l'oscillation d'arrière en avant du membre inférieur affecté. La contraction volontaire de la portion antérieure du moyen fessier pouvait, il est vrai, l'empêcher; mais comme ce muscle n'est pas destiné à se contracter synergiquement avec ceux qui font osciller le membre inférieur d'arrière en avant, pendant le second temps de la marche, la volonté ne pouvait agir constamment, comme la combinaison musculaire qui préside instinctivement à la progression.

Dans plusieurs autres cas, j'ai observé la paralysie des muscles (le moyen et le petit fessier, et le muscle du fascia lata) animés par le nerf fessier supérieur. Le sujet ne pouvait fléchir la cuisse sans la faire tourner en dehors, et alors la pointe du pied exécutait environ un huitième de rotation en dehors.

En résumé, les faits cliniques que je viens d'exposer, confirment ce que j'avais démontré par l'expérimentation électro-physiologique, à savoir, que l'iliaque et le psoas sont fléchisseurs et rotateurs de la cuisse en dehors, et que le tenseur du fascia lata, fléchisseur rotateur de la cuisse en dedans, est destiné à neutraliser leur action rotatrice en dehors, pendant la flexion volontaire de la cuisse (1).

339. La rétraction du tenseur du fascia lata montre avec quelle puissance il peut agir comme fléchisseur de la cuisse sur le bassin, ou de celui-ci sur la cuisse, lorsqu'elle devient le point fixe de ce muscle.

En effet, j'ai vu le tenseur du fascia lata se contracter et se rétracter, à la longue, chez des sujets qui, consécutivement à la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance, avaient perdu l'action des muscles extenseurs de la cuisse sur le bassin.

(1) La connaissance du mécanisme des troubles fonctionnels consécutifs à ce défaut d'action du tenseur du fascia lata m'a inspiré le moyen d'y remédier facilement. Les enfants dont ce muscle a été atteint par la paralysie atrophique ont habituellement d'autres muscles moteurs de la jambe et du pied également affectés. Il est alors nécessaire de leur faire porter un appareil prothétique qui rende leur marche possible et plus facile. Il suffit d'attacher à la partie supérieure du tuteur externe de cet appareil, au niveau de l'articulation tibio-fémorale, une courroie élastique de caoutchouc, et de fixer son autre extrémité à la partie inférieure et antérieure d'une ceinture ou d'un corset, et puis de tendre un peu cette courroie, pour neutraliser l'action rotatrice en dehors de l'iliaque-psoas pendant l'oscillation du membre inférieur d'arrière en avant

Voici comment cette rétraction s'était formée progressivement chez eux. Ils avaient été atteints, dès l'âge de six mois à deux ans, d'une paralysie des membres inférieurs; avec le temps ou sous l'influence d'un traitement, les mouvements étaient revenus dans certains muscles, tandis que la paralysie et l'atrophie avaient persisté, à des degrés divers, dans quelques autres. Ainsi la flexion de la cuisse sur le bassin s'était rétablie peu à peu, tandis que les muscles antagonistes de ce mouvement étaient restés complétement inertes. Il en était résulté que la cuisse ayant conservé l'attitude de la flexion continue, surtout pendant le séjour au lit, le tenseur du fascia lata s'était rétracté progressivement par le fait de son raccourcissement continu, au point que la cuisse ne pouvait être étendue, et que si, avec de grands efforts, on parvenait à la mouvoir dans le sens de l'extension, elle entraînait le bassin en l'inclinant en avant. On constatait alors que la flexion continue de la cuisse était uniquement produite par la rétraction du muscle du fascia lata dont on sentait la forte tension sous le doigt appliqué au niveau de son extrémité supérieure. Chez mes petits malades, l'action de l'iliaque-psoas était abolie ou affaiblie, en sorte que la flexion volontaire de la cuisse se faisait principalement ou uniquement par le tenseur du fascia lata qui se contractait avec une énergie extrême. Sous l'influence de cet exercice exagéré, et pour ainsi dire supplémentaire, la nutrition de ce muscle s'était très-développée, et sa masse charnue présentait un volume beaucoup plus considérable qu'à l'état normal (1).

(1) La contracture du tenseur du fascia lata n'occasionne pas seulement un grand trouble dans la station et la marche; elle produit aussi une inclinaison antérieure du bassin, et par suite une déformation du rachis. Cette contracture est difficile à guérir par les moyens mécaniques, et peut exiger

340. Si le tenseur du fascia lata produisait réellement l'extension de la jambe sur la cuisse, j'aurais pu le constater facilement dans le cas précédent, où le vaste crural et le droit antérieur de la cuisse n'existaient plus, ainsi que je l'ai dit. Eh bien! non-seulement la rétraction de ce muscle qui maintenait la cuisse dans un certain degré de flexion continue, avait laissé l'articulation fémoro-tibiale entièrement libre ; mais lorsque le sujet venait à le contracter fortement, afin de fléchir la cuisse, je n'observais pas qu'il exerçât la moindre action sur l'extension de la jambe.

En somme, ce fait clinique, — auquel j'en pourrais joindre d'autres semblables, — démontre que, contrairement à l'opinion des auteurs, le tenseur du fascia lata n'est pas extenseur de la jambe sur la cuisse.

Je ferai remarquer que, dans ces cas de contracture du tenseur du fascia lata, les mouvements de l'articulation tibio-fémorale étaient restés parfaitement libres, ce qui prouve encore que ce muscle n'est pas extenseur de la jambe, comme l'avait établi d'ailleurs l'expérimentation électro-musculaire.

341. L'observation clinique apprend que l'action des muscles fléchisseurs de la cuisse sur le bassin est indispensable à la progression. En voici des exemples.

J'ai constaté que des individus qui avaient perdu seulement le mouvement d'extension de la cuisse sur le bassin, pouvaient encore marcher. J'en ai même vu qui, de tous les muscles des membres inférieurs, n'avaient conservé que les

la myotomie. On pourra prévoir qu'elle se formera, lorsque les extenseurs de la cuisse sur le bassin auront perdu leur action. Pour s'opposer alors à sa formation, il suffira de maintenir, pendant le séjour au lit, la cuisse étendue sur le bassin.

fléchisseurs de la cuisse, et qui cependant, à l'aide d'un appareil rigide qui maintenait la jambe étendue sur la cuisse et le pied fléchi sur la jambe, pouvaient encore marcher, pourvu que ces muscles fléchisseurs de la cuisse pussent produire l'oscillation du membre inférieur d'arrière en avant, pendant le second temps de la marche.

Il suffit, au contraire, de la paralysie des fléchisseurs de la cuisse pour rendre toute progression absolument impossible. Quelque effort que fasse alors le sujet dans le but de soulever ses membres inférieurs et de les porter en avant, il ne peut les détacher du sol.

342. Une grande force de flexion de la cuisse sur le bassin n'est pas nécessaire à la production de l'oscillation en avant du membre inférieur, en vertu de laquelle la progression peut avoir lieu. C'est ainsi que j'ai vu des individus dont la puissance du mouvement de flexion de la cuisse était à peine de 4 à 5 kilos, au lieu de 30 à 40 kilos, marcher encore assez facilement sur un plan horizontal; il leur fallait, il est vrai, faire de grands efforts pour monter un escalier, et ils se fatiguaient vite dans la marche.

343. Deux physiologistes célèbres, les frères G. et E. Weber, de Leipzig (1), soutiennent que, pendant le second temps de la marche, le membre inférieur oscille d'arrière en avant, à la manière d'un pendule, en vertu seulement d'une force physique. Les faits que je viens d'exposer prouvent que l'action des fléchisseurs de la cuisse est absolument nécessaire à la production de ce mouvement d'oscillation du second temps de la marche, et que MM. Weber ont eu tort de la sup-

(1) G. et E. Weber, *Traité de la mécanique des organes de la locomotion*, in *Encyclopédie anatomique*, trad. par Jourdan. Paris, 1843, t. II.

primer. Je me réserve de traiter plus spécialement de cette question importante.

## ARTICLE IV.

### MUSCLES QUI PRODUISENT L'ADDUCTION DE LA CUISSE.

Les muscles qui produisent l'adduction de la cuisse, et dont il sera question dans cet article, sont, en les rangeant suivant leur action de plus en plus directe et puissante, le pectiné (*pectineus*), le premier et le second adducteur (*adductor brevis* et *adductor medius*), le troisième adducteur (*adductor magnus*). — Le droit interne est également adducteur de la cuisse ; mais son étude sera mieux placée dans l'article qui traite des muscles moteurs de la jambe sur la cuisse.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

Voici les mouvements produits par la faradisation individuelle des muscles adducteurs de la cuisse : 1° Par le pectiné, la cuisse est infléchie sur le bassin et portée un peu en dedans, en même temps qu'elle exécute sur son axe longitudinal un mouvement de rotation de dedans en dehors. 2° Par le premier adducteur, la cuisse est encore fléchie et portée en dedans, mais son mouvement d'adduction étant plus prononcé que son mouvement en avant, elle est arrêtée dans le premier mouvement par la cuisse opposée ; ce muscle produit en outre un mouvement de rotation de dedans en dehors. 3° Par le troisième ou grand adducteur, la cuisse est portée directement en dedans ; de plus, sa portion supérieure la fait tourner de dedans en dehors, tandis que sa portion inférieure lui imprime un mouvement de rotation de dehors en dedans,

si elle se trouve dans la rotation en dehors, pour la ramener à son attitude normale.

Quant au deuxième adducteur, qui est recouvert par le pectiné et le premier adducteur, il est inaccessible à la faradisation directe.

B. — Remarques.

344. Le pectiné et les deux premiers adducteurs ont été considérés comme produisant également la flexion et l'adduction de la cuisse. Quelques anatomistes, entre autres M. le professeur Cruveilhier (1), n'osaient pas même affirmer que le troisième ou grand adducteur n'exerçât pas également quelque action sur la flexion de la cuisse.

Il importait donc de déterminer quelle était exactement l'action propre de ces muscles, et dans quelles proportions chacun d'eux prend part à ces mouvements. C'est ce qu'il m'a été possible de rechercher à l'aide d'explorations électro-musculaires, dont les résultats ont été exposées dans les expériences précédentes (voy. A, *Expériences*, page 358).

Ces expériences ne sont possibles que lorsque le sujet se tient debout sur l'une des jambes et sur un plan assez élevé, afin que l'autre membre inférieur soumis à l'expérimentation, tombant verticalement, soit libre d'osciller en tout sens.

345. Il est ressorti des faits exposés ci-dessus que le pectiné est fléchisseur adducteur, c'est-à-dire que, dans son mouvement mixte de flexion et d'adduction, la cuisse est portée assez en avant pour croiser au besoin la direction de celle du côté opposé. C'est, par exemple, lui qui se con-

(1) *Traité d'anatomie*, 4e édition, t. I. p. 746.

tracte synergiquement avec l'iliaque-psoas, lorsque, étant assis, on veut placer une cuisse sur l'autre.

346. Mais il a été démontré que le moyen adducteur est plus adducteur que fléchisseur, c'est-à-dire que le mouvement oblique de la cuisse en dedans et en avant, produit par ce muscle, n'est pas assez antérieur pour la placer au-dessus de celle du côté opposé.

Il ne m'a pas été possible de faire contracter individuellement le deuxième adducteur, qui est recouvert par le premier adducteur; mais ses attaches et sa direction étant à peu près les mêmes que celles du dernier, il est rationnel d'admettre que son action propre sur la cuisse est la même.

Quant au troisième adducteur, il produit l'adduction de la cuisse directement en dedans.

347. Tous les muscles adducteurs de la cuisse sont en même temps rotateurs en dehors. Le troisième ou grand adducteur n'exerce cette action qu'avec sa portion supérieure, tandis que si, au moment de l'excitation de ce muscle, la cuisse se trouve dans la rotation en dehors, sa portion inférieure, qui est la plus puissante, la fait tourner en dedans jusqu'à ce que la pointe du pied regarde en avant.

Cette action rotatrice en dedans de la portion inférieure du grand adducteur est très-utile pendant certains mouvements des membres inférieurs, par exemple au cavalier, qui doit éviter de toucher le ventre de son cheval avec ses éperons, surtout lorsqu'il veut le serrer entre ses cuisses. Il y parviendrait difficilement s'il était privé de l'action rotatrice en dedans de la portion inférieure du grand adducteur. On sait, en effet, que l'homme qui n'est pas bon cavalier, et qui veut se tenir solidement sur la selle, en la serrant entre les cuisses, les tourne tellement en dehors, que son talon regarde le ventre de son

cheval, et qu'il lui faut faire un effort pour ramener la pointe de son pied en avant et le talon en arrière. Eh bien! ce mouvement de rotation de la cuisse en dedans pendant son adduction est principalement produit par la portion inférieure du grand adducteur. Il est vrai que si cette portion n'existait pas, le cavalier pourrait neutraliser l'action rotatrice en dehors des autres adducteurs, en contractant synergiquement la partie antérieure du moyen fessier qui fait tourner la cuisse en dedans; mais comme elle en produit en même temps l'abduction, il en résulterait un antagonisme qui gênerait l'action des adducteurs et nécessiterait de leur part un effort continu. Or on sait que les hommes qui ont l'habitude de l'équitation donnent facilement à leurs membres inférieurs, lorsqu'ils sont en selle, une attitude telle que la pointe du pied regarde en avant, et le talon en arrière, sans être exposés à toucher involontairement de l'éperon le ventre du cheval. Ils ne pourraient conserver longtemps cette attitude, sans la portion inférieure du grand adducteur.

### II. — Physiologie pathologique.

348. Les muscles adducteurs sont quelquefois atteints partiellement ou en totalité, dans la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance. Pour ma part, j'en ai observé environ une dizaine de cas. Plusieurs fois j'ai constaté que la portion inférieure du troisième adducteur était atrophiée.

Voici comment je m'en suis assuré. Le sujet pouvait rapprocher du côté opposé le membre affecté, mais avec faiblesse; je sentais alors la masse des adducteurs située supérieurement entrer en contraction, d'autant plus fortement, que je m'opposais à ce mouvement; mais la terminaison tendineuse

de la portion inférieure du troisième adducteur restait dans le relâchement. Si je faisais la même expérience du côté sain, on sentait au contraire cette portion inférieure se roidir fortement.

349. Lorsque, dans ce cas, le malade rapprochait fortement les cuisses l'une de l'autre, les jambes étant dans l'extension, on voyait, du côté affecté, la pointe du pied tourner en dehors. Ce fait prouve que dans le mouvement d'adduction de la cuisse, la portion inférieure du troisième adducteur modère l'action rotatrice en dehors de tous les autres faisceaux adducteurs.

L'individu qui est privé de l'action de la portion inférieure du troisième adducteur peut, il est vrai, empêcher volontairement le mouvement de rotation en dehors de sa cuisse, mais il faut alors qu'il fasse un effort, car il doit pour cela contracter la portion antérieure du moyen fessier, dont la puissante action rotatrice en dedans est inséparable de son action abductrice; ce qui crée un antagonisme qui ne saurait entrer dans la synergie musculaire adductrice normale de la cuisse.

350. Toutes les fois que j'ai rencontré le défaut d'action de la portion inférieure du troisième adducteur, j'ai observé que la cuisse, dans son attitude au repos, se trouvait tournée en dehors, de telle sorte que, pendant la station debout, le pied regardait un peu plus en dehors que du côté sain. Ce fait montre que cette portion musculaire joue un rôle important dans la conservation de l'attitude normale du membre inférieur au repos. Si l'on se rappelle que presque tous les muscles moteurs de la cuisse produisent sa rotation en dehors, et que seules les portions antérieures du moyen et du petit fessier modèrent puissamment cette action rotatrice en dehors, on comprendra que, consécutivement au défaut de concours modérateur de la portion inférieure du troisième adducteur,

comme rotateur en dedans, l'équilibre des forces toniques antagonistes qui maintiennent la cuisse dans une attitude moyenne entre la rotation en dedans et la rotation en dehors, sera rompu, et que nécessairement le membre tournera en dehors.

Le fait clinique que je viens d'exposer démontre donc l'utilité de la portion inférieure du troisième adducteur pour la conservation, au repos musculaire, de l'attitude normale de la cuisse.

351. Chez les individus dont j'ai trouvé les adducteurs de la cuisse atrophiés, le membre inférieur tombait verticalement par son propre poids, quand le sujet reposait debout sur le membre inférieur opposé; mais pendant le second temps de la marche, au lieu d'osciller directement d'arrière en avant, il était porté un peu obliquement en dehors et en avant.

Si ensuite le sujet, étant dans le décubitus dorsal, voulait élever le membre inférieur affecté, en tenant sa jambe dans l'extension, on voyait qu'il ne pouvait le faire directement en haut, et que ce membre se portait toujours obliquement en dehors et en haut.

352. Si l'on veut se rendre compte de ces mouvements pathologiques, on doit connaître exactement le mécanisme de la flexion physiologique de la cuisse sur le bassin. Je vais essayer de l'expliquer brièvement.

Lorsque étant dans des conditions normales et couché horizontalement sur le dos, un individu élève obliquement en haut et en dehors l'un des membres inférieurs dont la jambe est dans l'extension, il contracte ses fléchisseurs adducteurs et abducteurs, et plus fortement ces derniers que les premiers. Veut-il ensuite l'élever obliquement en dedans, les mêmes muscles entrent en contraction, mais ici ce sont

les adducteurs qui se contractent plus fortement que les abducteurs. Enfin, si l'élévation du membre se fait directement en avant, elle est encore opérée par la même combinaison musculaire, mais les adducteurs et les abducteurs agissent avec une force égale, afin d'empêcher le membre de se porter en dedans ou en dehors.

On conçoit donc, par ce qui précède, que si au moment de la flexion volontaire de la cuisse, les adducteurs viennent à faire défaut, le membre sera nécessairement entraîné dans la direction de l'action de leurs antagonistes, c'est-à-dire en dehors, car l'homme n'a pas le pouvoir de supprimer ou de suspendre la contraction des muscles qui entrent dans la synergie musculaire physiologique en vertu de laquelle se fait la flexion volontaire de la cuisse sur le bassin.

La synergie musculaire qui produit l'oscillation d'arrière en avant du membre inférieur, pendant le second temps de la marche, est absolument la même. Les fléchisseurs de la cuisse, ses adducteurs et ses abducteurs se contractent synergiquement alors avec prédominance d'action des abducteurs ou des adducteurs pour faire obliquer le membre inférieur en dedans ou en dehors, ou avec une force égale pour le faire osciller directement en avant. En conséquence, toutes les fois que les adducteurs auront perdu leur action, l'oscillation physiologique du membre inférieur pourra, il est vrai, se faire d'arrière en avant, mais seulement dans une direction oblique en dehors.

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL

### A. — Mouvements d'extension, d'abduction et de rotation de la cuisse.

I. Le grand fessier étend très-puissamment la cuisse sur le bassin, et *vice versâ ;* en même temps, et il en produit la rotation en dehors (voy. page 328, I, *Grand fessier*).

II. Sa prétendue action abductrice sur la cuisse n'a pas été confirmée par l'expérimentation électro-musculaire (voy. 307).

Il n'a pas le pouvoir d'empêcher le bassin de s'incliner du côté opposé au membre inférieur sur lequel on se tient dans la station debout (voy. 308).

III. Dans la marche et la station ddbout, les grands fessiers ne jouent pas un rôle aussi important que celui qui leur a été attribué par les physiologistes. Ces muscles restent alors complétement inertes, l'extension du bassin sur la cuisse étant exécutée, dans ces circonstances, par d'autres muscles, comme on le verra par la suite.

Il est facile de s'assurer sur soi-même de l'exactitude de cette assertion. Elle est confirmée d'ailleurs par l'observation clinique. L'action des grands fessiers peut être en effet abolie, sans que la marche ordinaire en soit interrompue ou gênée d'une manière appréciable (voy. 318).

IV. Les grands fessiers n'interviennent dans l'exercice de cette fonction des membres inférieurs que lorsqu'il exige certains efforts, comme lorsque l'on marche sur un plan ascendant, que l'on monte un escalier, dans le saut, la danse, enfin lorsque, étant assis, on veut se lever. D'un autre côté, on observe que les sujets privés de l'action des grands

fessiers ont beaucoup moins de force dans l'extension du tronc sur la cuisse, et principalement pour porter un lourd fardeau sur les épaules, et dans les différents exercices indiqués ci-dessus (319).

V. Contrairement à l'opinion des auteurs, les faisceaux les plus inférieurs du grand fessier qui s'attachent au coccyx, restent étrangers à l'acte de la défécation et de l'accouchement. Leur contraction gênerait cette fonction, car ils rapprochent fortement les fesses l'une de l'autre (311).

VI. Le moyen fessier se compose de deux moitiés qui impriment à la cuisse des mouvements contraires.

Sa moitié antérieure porte la cuisse obliquement en avant et en dehors, et la fait en même temps tourner sur son axe longitudinal de dehors en dedans. Sa moitié postérieure, au contraire, la dirige obliquement en arrière et en dehors, et lui imprime un mouvement de rotation de dedans en dehors. Ces mouvements de la cuisse sont d'autant plus prononcés, que les faisceaux musculaires qui les produisent s'éloignent davantage de la ligne médiane.

Il en résulte qu'en excitant successivement ses divers faisceaux d'avant en arrière ou d'arrière en avant, on peut, par un mouvement de circumduction, faire décrire à la cuisse des arcs de cercle en sens opposés, et en même temps la faire tourner en dehors ou en dedans, ainsi que la jambe et le pied, si celle-ci est dans l'extension pendant ce mouvement de circumduction d'avant en arrière ou d'arrière en avant (voy. p. 328, II, *Moyen et petit fessier*, et n^os^ 313, 314).

VII. Le moyen fessier, qui agit sur le bassin de même que sur la cuisse, lorsque celle-ci devient le point fixe de ce muscle, est destiné, en vertu de son action abductrice, à maintenir, ainsi que le petit fessier, le bassin fixé sur la cuisse,

lorsque le corps, reposant sur l'un des membres inférieurs, soit pendant la station debout, soit pendant le second temps de la marche, tend par son poids à faire incliner le bassin du côté opposé.

Ce fait est démontré par les faits cliniques, dans lesquels on voit, consécutivement à l'atrophie des moyen et petit fessiers, le bassin s'incliner du côté opposé, au moment où le corps repose sur le membre inférieur affecté, et cela malgré l'intégrité du grand fessier (voy. 321).

B. — Mouvements de rotation de la cuisse en dehors.

VIII. L'expérimentation électro-physiologique démontre que le pyramidal, outre qu'il produit la rotation de la cuisse en dehors, lui imprime en même temps un mouvement oblique en arrière et un peu en dehors, à la manière des fibres les plus postérieures des moyen et petit fessiers, dont il semble être le continuateur. — Ce fait n'avait pas été signalé (voy. 324).

IX. Quant aux muscles jumeaux et carré de la cuisse, obturateurs interne et externe, l'expérimentation n'a fait que confirmer leur action rotatrice en dehors sur la cuisse (voy. 325).

X. Les six rotateurs de la cuisse en dehors n'ont pour antagonistes que les faisceaux antérieurs des moyen et petit fessiers. Cependant la force tonique modératrice des derniers est presque suffisante pour maintenir l'équilibre entre la rotation de la cuisse en dehors et sa rotation en dedans. En effet, la pointe du pied regarde seulement un peu en dehors, pendant la station debout ou la marche (voy. 327).

Mais on conçoit que le moindre affaiblissement ou la

moindre prédominance de la force tonique des uns ou des autres doive modifier l'attitude normale de la cuisse, c'est-à-dire la faire tourner en dedans ou en dehors, proportionnellement au degré de la lésion musculaire (voy. 328 et 329).

C. — Mouvements de flexion de la cuisse sur le bassin.

XI. Les muscles iliaque et psoas, exerçant sur le fémur une action identique, doivent être considérés comme deux faisceaux d'un même muscle, sous la dénomination proposée par M. Cruveilhier d'iliaque psoas.

L'iliaque-psoas fléchit la cuisse sur le bassin; mais il ne peut produire ce mouvement sans faire tourner le fémur de dedans en dehors, sur son axe longitudinal (voy. page 347, I, *Iliaque*, et II, *Psoas*).

L'action rotatrice exercée par l'iliaque semble avoir été méconnue par Winslow (voy. 332).

XII. Ce mouvement de rotation est faible comparativement à la force de celui qui est exécuté, même individuellement, par les rotateurs spéciaux du fémur (les jumeaux, le carré et les obturateurs interne et externe) (voy. 333).

XIII. Le tenseur du fascia lata fléchit assez puissamment la cuisse sur le bassin, et *vice versâ*.

Ce fait, démontré par l'expérience électro-physiologique (voy. page 348, III, *Tenseur du fascia lata*, et n° 337), l'est encore mieux par l'observation clinique. La rétraction de ce muscle maintient en effet si fortement la cuisse dans la flexion, que son extension devient alors impossible, et que, pendant la station et la marche, le poids du membre inférieur produit une inclinaison antérieure du bassin et une ensellure analogue à celle de la luxation spontanée du fémur (voy. 339).

XIV. Le mouvement de flexion a lieu seulement après que ce muscle a produit une tension de la portion externe de l'aponévrose fémorale, tension qui porte en avant et déprime, surtout supérieurement, les tissus mous de la face externe de la cuisse.

XV. L'observation clinique semble prouver que le tenseur du *fascia lata* n'a pas d'action appréciable sur l'extension de la jambe sur la cuisse (voy. 340).

XVI. D'accord avec l'expérimentation électro-musculaire, l'observation clinique montre que le tenseur du fascia lata produit, en même temps que sa flexion, la rotation de la cuisse de dehors en dedans, dans une étendue assez limitée, de manière, par exemple, à ramener, pendant l'extension de la jambe, la pointe du pied en avant, si elle se trouve tournée en dehors au moment de la contraction de ce muscle.

XVII. La puissance de rotation du tenseur du fascia lata est faible; elle est néanmoins égale à celle de la rotation produite en sens contraire par son congénère, dans la flexion de la cuisse, l'iliaque-psoas (voy. 334).

Cet équilibre entre les forces rotatrices en sens contraires de ces deux muscles leur permet de se contracter synergiquement pour faire osciller le membre directement d'arrière en avant, ainsi qu'on l'observe dans le second temps de la marche.

XVIII. La contraction combinée du psoas-iliaque et de la portion antérieure du moyen et du petit fessier (portion qui produit puissamment la rotation du fémur en dedans) n'aurait pu faire osciller aussi bien directement en avant le membre inférieur, parce que cette portion musculaire produit en même temps l'abduction.

L'observation clinique démontre d'ailleurs que cette con-

traction synergique ne se produit pas instinctivement pendant la marche, en d'autres termes, qu'elle ne peut avoir lieu que par un effort volontaire (voy. 338).

XIX. L'observation clinique démontre que les muscles qui produisent la flexion de la cuisse sur le bassin sont nécessaires à la progression, et que, contrairement à l'opinion des frères Weber (de Leipzig), la force physique en vertu de laquelle le membre inférieur oscille d'arrière en avant, pendant le second temps de la marche, est insuffisante (voy. 341 et 343).

D. — Mouvements d'adduction.

XX. Le pectiné imprime à la cuisse un mouvement assez oblique en avant et en dedans, pour la faire croiser avec celle du côté opposé. Ce muscle est fléchisseur adducteur de la cuisse (voy. 344 et 345).

XXI. Le premier et le second adducteurs portent aussi la cuisse en dedans et en avant; mais ils sont plus adducteurs que fléchisseurs, et ne peuvent, en conséquence, faire croiser la cuisse sur celle du côté opposé.

Le troisième adducteur attire la cuisse directement en dedans, il est adducteur direct de la cuisse (voy. 346).

XXII. Tous les adducteurs de la cuisse en sont en même temps rotateurs en dehors, à l'exception de la portion inférieure du troisième adducteur, qui produit la rotation en dedans, de manière à ramener la pointe du pied en avant, si, la jambe étant étendue, les autres faisceaux des muscles adducteurs l'avaient placée dans la rotation en dehors. La portion inférieure du troisième adducteur permet, par exemple, aux écuyers de serrer le cheval entre les cuisses, sans leur toucher le ventre du talon (voy. 347).

XXIII. Consécutivement à l'atrophie de la portion inférieure du troisième adducteur, la pointe du pied est un peu plus tournée en dehors, lorsque le membre inférieur tombe verticalement au repos (voy. 350).

Par le fait de la perte des adducteurs, le membre inférieur oscille un peu obliquement en dehors, pendant le second temps de la marche (voy. 351). Ces faits cliniques font ressortir le degré d'utilité des adducteurs.

## CHAPITRE II.

### ACTION INDIVIDUELLE ET USAGES DES MUSCLES QUI MEUVENT LA JAMBE SUR LA CUISSE.

### ARTICLE PREMIER.

#### MUSCLES QUI ÉTENDENT LA JAMBE SUR LA CUISSE.

Les muscles qui étendent la jambe sur la cuisse sont : le droit antérieur de la cuisse (*rectus femoris*), le vaste interne (*vastus internus*) et le vaste externe (*vastus externus*). Ces trois muscles ou portions musculaires ont été réunis, par M. Cruveilhier, sous le nom de *triceps fémoral*.

#### § I. — Électro-physiologie.

##### A. — Expériences.

1° Le sujet étant assis et la jambe tombant verticalement, sans que le pied touche le sol, faradise-t-on successivement et énergiquement le droit antérieur de la cuisse, le vaste interne et le vaste externe, on constate que chacun d'eux produit l'extension de la jambe sur la cuisse en attirant la rotule, le premier directement en haut, le second obliquement en

dedans et en haut, et le troisième obliquement en dehors et en haut.

2° Si l'on fait contracter simultanément les trois portions du triceps crural, l'extension de la jambe se fait avec une grande puissance.

3° Le sujet, étant assis sur le bord d'une table, de manière que l'un des membres inférieurs tombe verticalement et au repos musculaire par son propre poids et sans toucher le sol, si l'on provoque énergiquement la contraction isolée du droit antérieur de la cuisse, la rotule est fortement attirée en haut, tend le ligament rotulien et maintient la jambe étendue; ensuite le membre inférieur oscille très-faiblement en avant. Maintient-on la jambe du sujet infléchie et s'oppose-t-on à son extension au moment où l'on faradise son droit antérieur avec un courant aussi puissant que dans l'expérience précédente, on constate que la flexion de la cuisse sur le bassin se fait avec plus de force.

### B. — Réflexions.

353. L'action latérale que les vastes externe et interne exercent sur la rotule est intéressante à observer expérimentalement. Pour la bien étudier, ces portions musculaires doivent être placées dans le plus grand raccourcissement possible, c'est-à-dire que la jambe est étendue sur la cuisse.

Alors on voit la rotule attirée, sous l'influence de l'excitation électrique, obliquement en dehors et en haut avec une telle puissance par le vaste externe, que si un courant intense est dirigé brusquement sur cette portion musculaire, on peut, dans certaines circonstances, produire la luxation ou la subluxation de la rotule en dehors, — ce que j'ai obtenu une

fois chez un sujet mort récemment et dont l'irritabilité était encore intacte.

Il m'a été impossible de produire la luxation de la rotule en dedans par la faradisation du vaste interne.

354. Cette action latérale prédominante que le vaste externe exerce sur la rotule doit avoir sans doute son utilité fonctionnelle ; j'avoue cependant que, jusqu'à ce jour, je n'en vois que les inconvénients ou les dangers ; car elle expose à la luxation latérale externe de la rotule qui, dans certaines conditions que je ferai connaître, surviennent pendant l'extension brusque de la jambe.

On a fait intervenir aussi, comme cause productrice de cette luxation de la rotule, la direction du tendon du triceps crural, par rapport à celle du ligament rotulien. « Le tendon du triceps fémoral, dit M. Cruveilhier, est dirigé un peu en bas et un peu en dedans, et le ligament rotulien en bas et un peu en dehors, de telle sorte que le tendon et le ligament font un angle rentrant extrêmement obtus, ouvert en dehors ; cette circonstance, jointe à la prédominance du vaste externe sur le vaste interne, explique la fréquence de la luxation de la rotule en dehors, et l'impossibilité de cette luxation en dedans » (1).

L'observation clinique prouvera bientôt (voy. 361) que la luxation de la rotule en dehors est principalement causée par la faiblesse relative, la paralysie ou l'atrophie du vaste interne.

355. Les considérations précédentes font comprendre qu'il serait dangereux que le vaste externe pût se contracter isolément sous l'influence de la volonté. Il fallait que ce muscle

(1) *Traité d'anatomie descript.*, 4e édition, t. I, p. 740.

fût toujours modéré, dans son action latérale, par le vaste interne, son antagoniste pour le mouvement latéral de la rotule et son congénère pour l'extension de cet os.

La dénomination de vaste interne et de vaste externe a l'inconvénient de les faire considérer comme deux muscles indépendants l'un de l'autre, ou pouvant agir quelquefois isolément. Ces deux portions musculaires sont inséparables dans leur action physiologique ; elles constituent un seul muscle que l'on pourrait appeler *biceps crural extenseur.*

356. Le droit antérieur de la cuisse ne peut étendre la jambe sans exercer une action de flexion de la cuisse sur le bassin et *vice versâ.*

Sa puissance, comme extenseur de la jambe, diminue en raison directe du degré de cette flexion ; elle est considérablement affaiblie, par exemple, dans la station assise ; elle est, au contraire, dans toute sa puissance, au moment de l'extension de la cuisse.

Ces caractères distinguent essentiellement le droit antérieur de la cuisse, des portions musculaires dites vastes externe et interne, qui produisent toujours l'extension de la jambe avec la même puissance, quelle que soit la position du membre inférieur, et cela indépendamment de tout autre mouvement.

357. Si, au lieu de se fixer en haut à l'épine iliaque antérieure et inférieure, le droit antérieur s'était attaché à la partie antérieure et supérieure du fémur, ce muscle aurait pu produire indépendamment l'extension de la jambe, comme les vastes externe et interne et avec la même puissance, quelle qu'eût été l'attitude de la cuisse. Cette disposition anatomique aurait eu des avantages incontestables. Mais je vais démontrer qu'il était plus utile que l'attache supérieure se fît à l'épine iliaque antérieure et inférieure.

J'ai recherché dans quelle circonstance cette disposition anatomique est plus utile; je vais en citer quelques exemples.

358. Pendant la marche, au moment où l'un des membres inférieurs oscille en avant, celui du côté opposé, dont la jambe et la cuisse se trouvaient un peu infléchies, s'étend jusqu'à ce qu'il abandonne le sol, et il oscille ensuite à son tour. Les muscles qui opèrent cette extension se contractent, avec d'autant plus d'énergie que le membre doit supporter le poids du corps et lui imprimer un mouvement d'impulsion en avant. L'extension de la jambe est alors produite par le triceps fémoral. Or, comme l'extension du bassin se fait au même moment, le droit antérieur déjà contracté se trouve allongé avec une plus grande force, ce qui augmente la puissance d'extension qu'il exerce sur la jambe.

Les extenseurs de la cuisse sur le bassin concourent donc indirectement à l'extension de la jambe sur la cuisse et augmentent ainsi sa puissance. — Je démontrerai par la suite, en traitant des mouvements du pied sur la jambe, que par un artifice analogue, les extenseurs de la jambe sur la cuisse augmentent la puissance des jumeaux sur l'extension du pied. Cette solidarité des muscles qui produisent l'extension de la cuisse, de la jambe et du pied, est des plus heureuses pour l'augmentation de la puissance de ces mouvements, dans la course, le saut, la danse, etc.

359. Grâce à son attache à l'épine iliaque antérieure et inférieure, le droit antérieur de la cuisse est utile encore, comme ligament actif de l'articulation coxo-fémorale, surtout lorsque l'extension de la cuisse sur le bassin se fait brusquement et avec force. En effet, les extenseurs de la cuisse, qui s'attachent au grand trochanter, attirent la tête du fémur obliquement en arrière et en haut, et d'autant plus en arrière que la

flexion de la cuisse est plus grande, lorsqu'ils entrent en contraction. Cette action oblique en arrière et en haut, que ces extenseurs exercent sur la tête du fémur, n'aurait pas été sans danger, lorsque, par exemple dans le saut, l'extension de la cuisse a lieu brusquement et violemment, si elle n'avait pas été modérée ou neutralisée par un des muscles qui entrent alors en contraction. Or, parmi les muscles qui étendent la jambe, en même temps que les extenseurs de la cuisse entrent en action pour produire le saut, le droit antérieur, par le fait de son attache à l'épine iliaque antérieure et inférieure, attire l'extrémité supérieure du fémur en avant et en haut. Il en résulte donc que, pendant la contraction des muscles qui produisent simultanément l'extension de la cuisse et de la jambe, la tête du fémur est solidement maintenue dans la cavité cotyloïde.

360. Il me reste à rechercher dans quelles circonstances le droit antérieur de la cuisse est appelé à exercer la flexion de la cuisse sur le bassin, et quel est le degré d'utilité de cette action.

Et d'abord ce muscle concourt-il à l'oscillation d'arrière en avant, pendant le second temps de la marche? Je viens de démontrer qu'il se contracte dans la marche, tant que dure l'extension de la jambe; s'il devait encore concourir à l'oscillation du membre inférieur d'arrière en avant, il faudrait donc que ce muscle restât dans le même degré de contraction pendant tout le temps de la marche, ce que l'on ne saurait admettre. — L'observation clinique nous apprendra bientôt d'ailleurs qu'il reste étranger à cette oscillation du membre inférieur (voy. 364).

361. Il est cependant des circonstances où le droit antérieur peut concourir d'une manière utile à la flexion de la cuisse,

c'est lorsque la jambe étant dans la flexion, — ce qui place ce muscle dans un degré suffisant d'élongation, — la cuisse doit être fléchie avec force sur le bassin ou celui-ci sur la cuisse, comme par exemple lorsque, dans la station assise, on soulève un corps pesant avec la cuisse sur laquelle il repose, ou lorsqu'alors le corps étant penché en arrière sans être appuyé, on veut le retenir en avant.

## § II. — Physiologie pathologique.

Rien n'est fréquent comme l'atrophie du droit antérieur, du vaste interne et du vaste externe, soit partiellement, soit en totalité, dans certaines paralysies enfantines. Aussi ai-je eu l'occasion d'observer les troubles fonctionnels qui en résultent, au point de vue de l'usage ou de l'utilité de ces muscles ou portions de muscles. C'est le résultat de ces observations que je vais faire connaître dans ce paragraphe.

362. J'ai été consulté par un individu pour quelques désordres qu'il éprouvait dans les mouvements de l'un des membres inférieurs, et surtout pour une luxation de la rotule en dehors, qui lui survenait souvent en marchant, en courant ou en sautant. Cette luxation lui occasionnait une assez vive douleur qui le forçait de s'arrêter, jusqu'à ce qu'elle fût réduite. Je constatai, par l'exploration électrique, que son vaste interne était entièrement atrophié ainsi que son droit antérieur de la cuisse. Par contre, son vaste externe était assez développé pour produire l'extension volontaire de sa jambe avec une force de 15 kilos. Alors sa rotule, en s'élevant, était tellement attirée en dehors, qu'elle semblait menacée de sortir de la poulie formée par les deux condyles, et puis s'il étendait vivement et brusquement sa jambe, sa rotule glis-

sait plus latéralement sur le condyle externe, jusqu'à se luxer. Il suffisait, pour la réduire, de lui étendre fortement la jambe et de presser un peu sur sa rotule de dehors en dedans, après avoir fait relâcher ses muscles. C'est, du reste, ce qu'il faisait lui-même, lorsque cet accident lui arrivait en marchant très-vite. Il était forcé de s'arrêter; cessant de contracter les extenseurs de sa jambe et appuyant fortement du talon sur le sol, de manière à produire mécaniquement une forte extension de l'articulation tibio-fémorale, il frappait un petit coup avec sa main sur le côté externe de sa rotule, qui reprenait immédiatement sa place normale. — Ce malade avait été atteint vers l'âge d'un an d'une paralysie atrophique graisseuse qui lui avait détruit le vaste interne et le droit antérieur de la cuisse, et avait lésé à des degrés divers quelques muscles moteurs du pied. L'extension de sa jambe ne s'opérant plus alors que par son vaste externe, sa rotule attirée obliquement en haut et en dehors, avait appuyé et frotté puissamment contre le condyle externe qui, à la longue, s'était atrophié notablement, de telle sorte qu'elle avait de la tendance à se subluxer en dehors, pendant la simple extension de la jambe. Lorsque son membre inférieur reposait sur un plan horizontal, la jambe étant dans l'extension, je pouvais même luxer sa rotule, en appuyant fortement de dedans en dehors sur son bord interne.

N'est-il pas permis de supposer que les luxations externes de la rotule, qui existent dans la science et qui se produisaient spontanément et sans violences extérieures, étaient dues peut-être à une cause analogue à celle que je viens de faire connaître, ou auraient pu s'expliquer de la même manière, par une trop grande prédominance d'action du vaste externe? Depuis plusieurs années j'ai, en effet, observé des enfants

dont le vaste interne était en grande partie atrophié, tandis que leur vaste externe avait peu souffert. Eh bien! j'ai remarqué que, dans ces cas, pendant l'extension volontaire de la jambe, la rotule, en s'élevant, se portait en dehors; déjà la face antérieure du condyle externe du fémur était un peu atrophiée; enfin, au repos musculaire, la rotule paraissait située plus en dehors qu'à l'état normal. Il est vrai que la luxation ne se produisait pas encore, comme dans le cas ci-dessus relaté; mais on prévoit qu'à un moment donné cet accident arrivera probablement, si la rotule n'est pas maintenue solidement par un bandage approprié.

363. J'ai observé plus fréquemment l'action isolée du vaste interne, consécutivement à l'atrophie du vaste externe. La rotule se meut alors moins latéralement que dans le cas précédent; ce qui s'accorde encore avec l'expérimentation électro-physiologique. Et puis, il m'a paru qu'ici l'extension était faite plus énergiquement par le vaste interne, l'action de ce muscle s'exerçant plus verticalement. Néanmoins, consécutivement à l'atrophie du vaste externe, la face antérieure du condyle interne, plus comprimée que celle du condyle externe, s'atrophie à la longue; jamais je n'ai vu la luxation se produire alors spontanément; enfin je n'ai pu l'obtenir par la faradisation du vaste interne.

364. Les faits exposés ci-dessus (361 et 362) démontrent que les deux portions dites vastes interne et externe constituent un même muscle; qu'elles sont destinées physiologiquement à se contracter ensemble pour produire une résultante qui agit sur la rotule de bas en haut; que leur contraction isolée n'aurait que des inconvénients, en diminuant leur puissance sur l'extension de la jambe, et en déformant à la longue la face antérieure du condyle correspondant; que d'ailleurs

leur action latérale n'a pas d'avantages, car je n'ai vu, dans aucun de ces cas, le tibia tourner sur son axe longitudinal par la contraction isolée de l'une ou l'autre de ces portions musculaires, quelque énergique qu'elle fût.

365. Le droit antérieur de la cuisse participe-t-il au mouvement de flexion de la cuisse, qui, pendant la marche, fait osciller le membre inférieur d'arrière en avant. Voici, en résumé et au point de vue qui nous occupe, la relation d'un fait qui peut concourir à résoudre cette question.

Une dame était affectée, depuis environ six mois, d'une hémiplégie gauche complète du mouvement et de la sensibilité. La faradisation musculaire et cutanée avait pu seule rappeler la motilité et la sensibilité dans le côté paralysé. (Ce fait thérapeutique avait offert cette particularité, à savoir, que chaque muscle, chaque point de la peau avait recouvré ses fonctions par la faradisation individuelle ou locale, sans que l'état paralytique des muscles ou des parties voisines fût modifié. Pour rappeler ces fonctions, il m'avait fallu localiser la faradisation, pendant un temps assez long, dans chacun de ces muscles ou chacune de ces parties, de sorte que la durée des séances devant être limitée, le traitement avait été inévitablement long.) Tous les muscles paralysés avaient recouvré leurs mouvements, à l'exception de l'iliaque-psoas et du tenseur du fascia lata, parce que des raisons particulières ne m'avaient pas permis d'appliquer l'excitation électrique sur cette région. Les mouvements du pied sur la jambe, de celle-ci sur la cuisse, et l'extension de la cuisse sur le bassin étaient exécutés avec assez de force. *Je constatai que pendant l'extension volontaire de la cuisse, le droit antérieur se contractait avec énergie, et cependant la malade restait debout, reposant sur son membre inférieur droit, et elle ne pouvait imprimer un mou-*

*vement en avant à son membre inférieur gauche qui restait comme cloué au sol.* Ce ne fut qu'après avoir faradisé suffisamment l'iliaque-psoas, le tenseur du fascia lata et le couturier, que le mouvement d'oscillation en avant put se produire, et qu'il fut possible à la malade, non-seulement de porter son membre gauche en avant pour marcher, mais aussi de fléchir assez la cuisse sur le bassin pour franchir les marches d'un escalier.

Ce fait clinique établit que le droit antérieur de la cuisse reste étranger au mouvement d'oscillation d'arrière en avant, pendant le second temps de la marche, bien que, dans certaines circonstances, il puisse fléchir la cuisse sur le bassin.

366. Dans la station debout, les jarrets étant tendus, les extenseurs de la jambe sur la cuisse sont inactifs, comme cela est prouvé par leur relâchement et la mobilité extrême de la rotule. Ce fait est encore mieux démontré par l'observation clinique.

En effet, les sujets dont le triceps fémoral est entièrement détruit (ce qui, malheureusement, arrive fréquemment à la suite de la paralysie atrophique de l'enfance) peuvent se tenir solidement debout sur le membre du côté lésé. Alors, de même qu'à l'état normal, l'axe du fémur forme avec celui de la jambe un angle ouvert en avant, au niveau du genou; on conçoit qu'ainsi l'extension des deux segments de ce membre puisse se faire ou se maintenir sans l'intervention des extenseurs de la jambe sur la cuisse. Malgré la perte de son triceps crural, le sujet peut même marcher sans appui, sans canne ou sans bras, pendant l'oscillation du membre opposé, mais on conçoit qu'il est exposé à des chutes fréquentes.

Il est intéressant de connaître l'artifice dont se sert, pour

marcher, le malade qui a perdu le triceps fémoral de l'un de ses membres. Dans les conditions ordinaires de la marche, la cuisse est infléchie sur le bassin, lorsque le membre inférieur oscille en avant, et la jambe se trouvant également fléchie sur la cuisse au moment où le talon repose sur le sol, il faut toute la puissance du triceps crural pour étendre la cuisse sur la jambe et supporter le poids du corps. Si alors le triceps crural vient à faire défaut, une chute est inévitable; c'est ce qu'apprend bien vite l'individu qui a perdu son triceps crural. Dans ce cas, il évite en marchant de faire osciller sa cuisse assez en avant pour que la jambe puisse s'infléchir sur elle par son propre poids; il avance son membre inférieur de manière que les deux segments (cuisse et jambe) se trouvent toujours étendus l'un sur l'autre, et forment ainsi une sorte de support rigide, capable de supporter le poids du corps. Mais comme le membre n'a accompli que la moitié de son oscillation d'arrière en avant, le pas est trop court. Alors, dans le but de l'allonger un peu, le sujet porte en avant le côté correspondant du bassin, par un mouvement de torsion qu'il imprime au tronc.

Il ne faudrait pas conclure de ce qui précède qu'aucune action musculaire ne concourt à la solidité de l'articulation du genou, comme on l'enseigne, pendant la station debout sur les pieds. L'observation clinique va démontrer bientôt le contraire.

367. La station debout, sans l'intervention des extenseurs de la jambe sur la cuisse, cesse d'être possible, dès que l'axe de la cuisse forme avec celui de la jambe un angle fermé en avant, au niveau du genou, au lieu d'un angle ouvert en avant.

Bien que cela n'ait pas besoin d'être démontré, en voici

cependant la preuve clinique. Consécutivement à l'atrophie des extenseurs de la jambe sur la cuisse, les muscles antagonistes sains se rétractent progressivement à la longue, surtout pendant la nuit, où la jambe reste dans une flexion continue, comme cela arrive ordinairement (1). Alors le moindre degré de flexion de la jambe sur la cuisse, produite par la rétraction des fléchisseurs de la jambe, rend impossible la station debout sur le membre malade.

368. Il faut avoir été témoin des troubles fonctionnels occasionnés par l'atrophie des extenseurs de la jambe pour bien comprendre le degré d'utilité de ces muscles.

J'ai vu des malades qui avaient seulement un affaiblissement de la puissance d'extension de la jambe. Lorsque la marche était lente et que le pas n'était point trop allongé, il n'y paraissait pas ; mais, voulaient-ils marcher vite, ils ne faisaient pas osciller complétement, d'arrière en avant, le membre affecté, de telle sorte que le membre restait toujours dans l'extension. S'ils s'oubliaient et que l'oscillation de ce membre allât jusqu'à produire la moindre flexion de la jambe, une chute avait lieu. Il leur fallait prendre encore plus de précautions pour marcher sur un plan ascendant ou pour monter un escalier. Lorsque l'extension de la jambe est affaiblie des deux côtés, les désordres, on le conçoit, sont bien plus considérables.

Les enfants craignent tant de tomber, qu'instinctivement ils appliquent leurs mains sur les genoux, afin de consolider l'extension de la jambe, pendant la station et la marche, et alors ils sont forcés d'infléchir le tronc sur la cuisse. Cette attitude, outre qu'elle est très-gênante, déforme le rachis. Pour

(1) On prévient cette rétraction, qui nécessite souvent la ténotomie, en maintenant la jambe étendue, pendant le sommeil.

éviter ces grands désordres, on doit leur faire porter des appareils prothétiques à forces élastiques qui viennent en aide au mouvement d'extension. Si les muscles extenseurs de la jambe sont entièrement détruits, les appareils à force élastique sont insuffisants; la jambe doit être maintenue dans une extension continue; ce qui aggrave singulièrement les désordres de la marche.

En somme, l'observation clinique démontre combien les extenseurs de la jambe sur la cuisse sont nécessaires à la station et à la progression.

369. La plupart des anatomistes (Winslow, Albinus, Sabatier, Sömmerring, Boyer, Bichat) font terminer inférieurement, par une espèce d'aponévrose, le vaste interne et le vaste externe, non-seulement aux côtés du tendon du droit antérieur, de la rotule et de son ligament inférieur, mais aussi aux parties supérieures interne et externe du tibia. Voici, en résumé, un fait clinique qui montre le rôle important qui appartient à ces attaches tibiales des vastes interne et externe, dans les mouvements d'extension de la jambe sur la cuisse.

J'ai eu l'occasion d'observer un homme âgé d'environ quarante-huit ans, chez lequel, depuis une quinzaine d'années, et à la suite d'une violence extérieure (dont je ne me rappelle plus les détails), la rotule droite était située, pendant le repos musculaire, à peu près au niveau de la réunion des deux tiers supérieurs de la cuisse avec son tiers inférieur. Lorsqu'il faisait un effort pour étendre sa jambe sur la cuisse, il lui imprimait un mouvement d'extension dont la force allait jusqu'à presque 3 kilogrammes. Ce mouvement n'était certainement pas dû à l'action du tendon rotulien sur le tibia, car, pendant la contraction du triceps fémoral, on sentait toutes ses portions se gonfler et durcir énormément, et la

rotule remonter encore de 3 à 4 centimètres. Celle-ci d'ailleurs était entièrement détachée du tibia. Le mouvement d'extension de la jambe était produit, d'une manière visible, par les terminaisons fibreuses du vaste externe et du vaste interne, aux bords supérieurs et latéraux du tibia, terminaisons que l'on sentait se roidir, pendant les efforts du sujet pour étendre sa jambe, tandis que les tissus qui étaient situés au-dessous de la rotule, restaient mous et flasques.

L'expérience suivante me démontre d'ailleurs que l'extension de la jambe était, dans ce cas, produite par les attaches du vaste externe et du vaste interne au tibia. Je fis contracter, avec un courant d'induction, ces deux portions musculaires, alternativement ou ensemble, et je vis leurs expansions fibreuses se tendre et déterminer l'extension de la jambe, tandis que l'excitation du droit antérieur attirait seulement la rotule en haut.

Le mouvement d'extension de la jambe, que le sujet dont il vient d'être question obtenait à l'aide de ces terminaisons tibiales du vaste externe et du vaste interne, lui était de quelque utilité. En effet, lorsqu'il marchait sur un plan horizontal, il n'éprouvait ni gêne, ni claudication; l'extension de sa jambe se faisait assez bien. Mais il ne pouvait, avec cette jambe, monter une marche d'escalier, ni même faire un pas en avant sur un plan ascendant, la force d'extension des attaches tibiales de son triceps sural n'étant pas assez grande pour porter le poids du corps.

Le fait clinique que je viens d'exposer, démontre que le vaste externe et le vaste interne concourent aussi, à l'aide de leurs attaches fibreuses aux parties supérieures et latérales du tibia, aux mouvements d'extension de la jambe sur la cuisse, et que ces expansions fibreuses ne sont pas seulement des-

tinées, comme le disait Sabatier, « à fixer la rotule et à l'empêcher de se porter en dedans ou en dehors et de changer aisément de situation » (1).

370. Que dire maintenant de la fonction spéciale attribuée par Winslow à quelques fibres charnues, qui, se détachant inférieurement du crural, vont se fixer immédiatement au ligament capsulaire de l'articulation du genou, et qui, selon cet illustre anatomiste, seraient destinées à prévenir le pincement de la synoviale articulaire, au moment où la rotule s'applique contre la poulie fémorale. — Ayant rencontré des petits faisceaux musculaires analogues dans le voisinage des articulations de l'épaule, du coude et de la tête du fémur, il a en fait une espèce de muscles, qu'il a appelés *articulaires*, destinés à prévenir le pincement des synoviales, pendant certains mouvements (2).

L'utilité de ces prétendus muscles articulaires, — en admettant qu'ils exercent la fonction que Winslow leur a attribuée, — ne me paraît pas démontrée. Ainsi, chez des sujets, dont le vaste interne et le vaste externe étaient atrophiés, et qui pouvaient encore étendre la jambe, à l'aide du droit antérieur intact, je n'ai pas remarqué que, par le fait de la perte du muscle *articulaire* qui naît du vaste externe, la synoviale de l'articulation du genou fût plus exposée à être pincée, dans les mouvements d'extension de la jambe. Ces malades n'éprouvaient du moins aucune douleur, aucune sensation, aucune gène, qui décelassent cet accident.

Il en a été de même pour les muscles dits articulaires des autres jointures, et particulièrement pour l'articulation scapulo-humérale.

(1) *Traité complet d'anatomie*. Paris, 1774, p. 368.

(2) Voyez *Traité des muscles*, n° 455 et 1096.

## ARTICLE II.

### MUSCLES QUI FLÉCHISSENT LA JAMBE SUR LA CUISSE.

Les muscles qui exercent la flexion de la jambe sur la cuisse, produisent en outre, comme le démontre l'expérimentation électro-musculaire, d'autres mouvements articulaires en vertu desquels ils sont appelés à fonctionner dans des circonstances différentes. Les considérant à ce dernier point de vue, on peut les diviser : 1° en fléchisseur de la jambe et de la cuisse, le *couturier;* 2° en fléchisseur de la jambe et adducteur de la cuisse, le *droit interne;* 3° en fléchisseurs de la jambe et extenseurs de la cuisse ou du bassin, le *demi-tendineux* et la *longue portion du biceps fémoral;* 4° en fléchisseurs rotateurs de la jambe, la *courte portion du biceps* et le *poplité*. C'est dans cet ordre que j'exposerai leur étude physiologique, où je comprendrai aussi celle du demi-membraneux.

### § I. — Electro-physiologie.

#### A. — Expériences.

De même que dans toutes les expériences électro-musculaires qui ont trait aux mouvements de la cuisse sur le bassin et d'extension de la jambe sur la cuisse, lorsqu'on veut étudier l'action des muscles fléchisseurs de la jambe, le membre inférieur doit tomber verticalement, abandonné à son propre poids, sans toucher le sol, et libre d'exécuter, dans ses différents segments, les mouvements qui lui sont imprimés artificiellement. Voici les divers mouvements que l'on constate, dans ces conditions, sous l'influence de la faradisation individuelle des fléchisseurs de la jambe sur la cuisse.

I. A l'instant où le *couturier* commence à se contracter, son relief oblique de dehors en dedans et de haut en bas, se dessine sous la peau, et en se tendant, ce muscle entraîne en avant les tissus (peau et muscles) situés en dedans et en arrière de lui. Ce mouvement est plus prononcé dans la partie supérieure de la cuisse.

A un plus fort degré d'excitation, la jambe est en outre fléchie sur la cuisse et celle-ci sur le bassin. Ce n'est qu'à son maximum de contraction que la cuisse tourne de dedans en dehors, et encore ce mouvement est-il limité et se fait-il sans force.

Cette rotation du fémur n'est compliquée d'aucun mouvement d'abduction appréciable.

II. Sous l'influence de la faradisation du *droit interne :*

1° Le membre inférieur est porté puissamment dans l'adduction ;

2° La jambe est infléchie sur la cuisse ;

3° Si, étant infléchie, la jambe a été placée dans la rotation en dehors, elle est ramenée dans la rotation en dedans.

III. Le *demi-tendineux* produit à la fois la flexion de la jambe sur la cuisse, l'extension de la cuisse sur le bassin et la rotation du membre inférieur en dedans.

Si la jambe est fléchie et dans la rotation en dehors, elle est ramenée dans la rotation en dedans.

IV. Le *biceps crural* fléchit la jambe sur la cuisse et étend en même temps celle-ci sur le bassin.

Si la jambe est maintenue étendue, pendant que l'on fait contracter ce muscle, la cuisse tourne en dehors.

Dès que la flexion de la jambe commence, l'action rotatrice du biceps crural s'exerce sur cette jambe qui tourne de

dedans en dehors, dans une étendue d'autant plus grande que la flexion est plus avancée.

V. Le *poplité* produit faiblement la flexion de la jambe ; il lui imprime un mouvement puissant de rotation en dedans si elle est dans la flexion, en d'autres termes, il s'oppose énergiquement à sa rotation en dehors.

VI. Le *demi-membraneux* produit l'extension de la cuisse sur le bassin plus puissamment que le demi-tendineux et que le biceps crural. Pendant que l'on faradise énergiquement ce muscle, le sujet ne peut incliner en avant son tronc sur sa cuisse.

La faradisation du demi-tendineux maintient solidement le bassin dans l'extension, avec moins de puissance toutefois que le demi-membraneux.

B. — Remarques.

371. Le couturier (*sutorius* ou *sartorius*) imprime aux tissus de la moitié interne de la cuisse un mouvement analogue à celui du muscle du fascia lata, mais en sens contraire de ce dernier. Si vous faites en effet contracter alternativement ces deux muscles, alors que le membre inférieur repose sur un plan horizontal, vous remarquez que, par le couturier, la moitié interne de la cuisse qui était flasque, est relevée en avant et un peu en dedans, et qu'elle se tend, ensuite, sous l'influence du tenseur du fascia lata, vous voyez la moitié externe des tissus mous de la cuisse se porter en avant et en dedans et se tendre.

Ces deux muscles sont-ils ensuite mis simultanément en contraction, la cuisse s'aplatit et se tend latéralement en dehors et en dedans.

Si l'on considère que le couturier est logé dans une gaîne

qui provient de la face profonde de l'aponévrose fémorale, on comprend que ce muscle, qui était flasque au repos et qui devient rectiligne en se contractant, doive se relever et tendre la portion de l'aponévrose fémorale située au-dessous de lui, et conséquemment les tissus (peau et muscles) qui sont en rapport avec cette aponévrose.

372. Cette action sur l'aponévrose crurale est la première qui est produite par la contraction du couturier; quelle que soit la position du membre, c'est le premier temps de sa contraction. Aussi la cuisse et la jambe étant dans l'extension la plus complète, en d'autres termes, le couturier se trouvant dans la plus grande élongation possible, j'ai vu ce muscle mouvoir l'aponévrose fémorale de la même manière et n'agir comme fléchisseur qu'après avoir produit ce premier mouvement.

En somme, le couturier peut être considéré comme extenseur de la portion interne de l'aponévrose fémorale, de même que le tenseur du fascia lata pour sa position externe, bien qu'il exerce cette action avec beaucoup moins d'énergie que ce dernier.

J'ai dû signaler cette action du couturier sur l'aponévrose fémorale; cependant j'avoue n'en pas comprendre encore l'utilité au point de vue physiologique.

373. On répète, depuis des siècles, que le couturier imprime à la jambe et à la cuisse des mouvements qui placent le membre inférieur dans une attitude habituelle chez les tailleurs, et l'on en a tiré sa dénomination. Or, pour s'asseoir en croisant les jambes, à la manière des tailleurs, non-seulement on doit les infléchir sur les cuisses et celles-ci sur le bassin, mais il faut en outre leur faire exécuter un mouvement double d'abduction et de rotation en dehors.

Eh bien! de quelque manière que j'aie expérimenté sur le couturier, et quelque puissante qu'ait été sa contraction, je n'ai pu obtenir que la flexion directe de la cuisse sur le bassin, sans le moindre mouvement d'abduction et sans rotation très-notable du membre. Je me réserve d'ailleurs de démontrer que ces mouvements des tailleurs peuvent être parfaitement exécutés, sans l'intervention du couturier. Jamais certes un muscle ne fut plus mal dénommé que ce muscle dit couturier!

374. L'action rotatrice en dehors exercée par le couturier s'effectue avec moins de puissance et d'étendue qu'on ne l'a cru jusqu'à présent. On a vu en effet que ce muscle fait sentir sa puissance d'abord sur l'aponévrose fémorale, sur la flexion de la jambe et de la cuisse, et que c'est seulement après avoir produit ces mouvements et à son maximum de contraction, qu'il produit la rotation de ce membre en dehors; et encore cette action rotatrice est-elle alors faible et limitée expérimentalement.

On juge mieux la puissance rotatrice réelle couturier, lorsque le sujet étant couché sur un plan horizontal, l'on s'oppose à la flexion de la cuisse, pendant que l'on fait contracter énergiquement ce muscle. Alors, le membre inférieur étant maintenu dans la plus grande extension possible, tourne en dehors avec un peu plus de force que lorsque la flexion de la cuisse et de la jambe est libre de se produire. La force de ce mouvement de rotation n'est pas grande, car si l'on tourne le membre inférieur en dedans, la contraction du couturier s'y oppose faiblement.

J'ai aussi observé, en expérimentant de la sorte, que le mouvement de rotation en dehors par le couturier est très-limité. C'est au point que, si l'on a à constater la réalité de

cette action rotatrice du couturier, il faut que le membre ait été préalablement placé dans la rotation en dedans. Alors, pendant la contraction de ce muscle, la pointe du pied tourne en dehors avec tout le membre inférieur ; mais ce mouvement de rotation ne va pas au delà de l'attitude normale du membre inférieur, au repos, pendant le décubitus dorsal.

375. Pour produire une action rotatrice puissante, le couturier aurait dû avoir une direction plus oblique, comme le prouve l'expérience suivante : Voulant imiter la nature, dans le but d'obtenir, à l'aide de la force élastique, la rotation en dehors d'un membre inférieur qui, pendant la marche, tournait en dedans, consécutivement à la paralysie de quelques muscles, j'avais fixé l'une des extrémités d'une courroie élastique (à ressort métallique) à la partie interne et inférieure de la cuisse, et l'autre extrémité à une ceinture, au niveau de l'attache supérieure du couturier ; ensuite j'avais tendu cette courroie. Eh bien ! je n'avais pu agir, par ce moyen, avec assez de force pour ramener le membre inférieur dans son attitude normale, bien que j'eusse agi dans le sens de la direction oblique du couturier. Mais il m'a suffi d'attacher l'extrémité supérieure de cette courroie élastique au côté externe de la ceinture, c'est-à-dire de lui donner plus d'obliquité, pour obtenir une action rotatrice en dehors très-puissante et très-étendue. (C'est un excellent moyen prothétique que j'emploie habituellement dans ces circonstances.)

D'ailleurs un grand pouvoir rotateur en dehors donné au couturier aurait été plus nuisible qu'utile, car, ainsi que cela a été démontré précédemment, la pointe du pied n'a déjà que trop de tendance à tourner en dehors, sous l'influence d'autres fléchisseurs puissants de la cuisse (l'iliaque, le psoas et le pectiné), dont l'action rotatrice en dehors est à peine mo-

dérée ou neutralisée par le tenseur aponévrotique et la portion antérieure du moyen fessier.

376. En raison de la disposition anatomique de son attache inférieure, le couturier semble au contraire destiné à exercer sur la jambe une action rotatrice en dedans. On sait, en effet, que son tendon inférieur se réfléchit, au niveau du condyle interne du fémur, pour aller s'attacher à la tubérosité antérieure du tibia, en glissant dans une coulisse synoviale, et en se dirigeant obliquement de dedans en dehors et d'arrière en avant, et que ce tendon réfléchi a environ 3 centimètres de longueur. Or, la rotation de la jambe sur la cuisse étant très-limitée (j'aurai bientôt à en rappeler la raison anatomique), l'action rotatrice en dedans du tendon réfléchi du couturier doit s'étendre à la cuisse et neutraliser, jusqu'à un certain point, l'action rotatrice en dehors exercée par la portion supérieure de ce muscle.

Je me réserve de faire ressortir l'utilité de cette action rotatrice en dedans du couturier, lorsque je traiterai de cette action spéciale des tendons qui forment la patte d'oie.

377. Le couturier est plutôt destiné à concourir à la flexion de la cuisse sur le bassin, et *vice versâ*, ou de la jambe sur la cuisse, ou à produire simultanément ces différents mouvements.

C'est principalement dans le second temps de la marche que le couturier est appelé à fonctionner. Lorsque, après l'extension de tous ses segments, le membre inférieur situé en arrière abandonne le sol pour osciller en avant, sous le bassin, le couturier entre en action avec d'autres muscles afin de fléchir la jambe sur la cuisse, et celle-ci sur le bassin.

378. Il vient d'être démontré expérimentalement que le droit interne produit plus tôt et plus puissamment l'adduction

de la cuisse que la flexion de la jambe. Ce fait n'est que la confirmation de ce que l'on savait ; il s'explique par le plus grand éloignement de ce muscle du point de centre de l'articulation coxo-fémorale.

La ligne de direction du droit interne, par rapport à l'articulation ginglymoïdale du genou, est tellement défavorable à son action, comme fléchisseur de la jambe, que des anatomistes, partageant l'opinion de Winslow, ne lui ont pas accordé le pouvoir de commencer la flexion de la jambe, lorsqu'elle se trouve dans l'extension complète ; ils l'ont considéré seulement comme le continuateur de la flexion de la jambe. L'expérimentation électro-musculaire prouve que cette assertion est purement théorique ; elle montre qu'il n'est pas nécessaire que la flexion de la jambe ait été commencée par un autre muscle, pour que le droit interne exerce son pouvoir fléchisseur sur la jambe ; on a vu, en effet, qu'il pouvait produire la flexion de la jambe, alors même qu'elle était dans l'extension au moment où je le faradisais.

Winslow a même écrit que ce muscle n'a de facilité, pour produire la flexion de la jambe, que dans la position de la cuisse contournée. Il est inutile de rappeler ici la raison mécanique qu'il en a donnée (1), parce que son assertion, qui repose seulement sur des idées théoriques, est infirmée par les expériences que j'ai faites. En effet, après avoir mis la cuisse dans la rotation en dehors, j'ai fait contracter le droit interne, et je n'ai pas constaté qu'alors la flexion de la jambe se fît plus énergiquement que lorsque la cuisse se trouve dans son attitude normale.

379. Mais j'ai remarqué que, dans cette attitude contournée

(1) *Traité des muscles*, 1109, p. 331.

du membre inférieur, le pied qui regardait en dehors est ramené en avant par la contraction du droit interne; conséquemment, ce muscle est congénère du troisième adducteur, comme adducteur et rotateur de la cuisse en dedans.

Si l'on veut se rendre compte de cette action rotatrice en dedans du droit interne, on doit se rappeler que le tendon inférieur de ce muscle qui occupe la partie postérieure du condyle interne du fémur et de la tubérosité correspondante du tibia, les contourne, en se réfléchissant de dedans en dehors, pour aller s'attacher à la tubérosité antérieure du tibia, et glisse dans une coulisse synoviale, entre le tendon du couturier et le demi-tendineux.

380. Les muscles demi-tendineux et biceps crural possèdent l'action commune de fléchir la jambe sur la cuisse, d'étendre le bassin sur la cuisse et celle-ci sur le bassin, surtout si la jambe se trouve dans l'extension au moment où ils se contractent. Cependant chacun d'eux agit d'une manière spéciale.

Le demi-tendineux est rotateur de la jambe en dedans, en vertu de l'action réfléchie de son tendon inférieur qui contourne le condyle interne, pour aller s'attacher à la crête antérieure du tibia. Mais cette rotation de la jambe est très-limitée.

Le biceps crural produit plus puissamment la rotation de la jambe en dehors. Ce mouvement est d'autant plus étendu que la jambe est placée dans un plus haut degré de flexion.

381. Il importe de rappeler ici la disposition anatomique des ligaments croisés du genou, disposition en vertu de laquelle la rotation de la jambe en dehors peut se faire dans une plus grande étendue que sa rotation en dedans. De ces deux ligaments qui, inférieurement, s'attachent à l'épine du

tibia, l'un antérieur va se fixer au condyle externe, et l'autre postérieur, au condyle interne, de manière à former un $x$ par leur entrecroisement. Il en résulte que ces ligaments se tordent lorsque l'on veut faire tourner la jambe en dedans sur son axe longitudinal, tandis que la rotation de la jambe en dehors, qui détord ces ligaments, n'est pas limitée par eux.

On sait aussi que l'attache supérieure du ligament latéral externe étant excentrique en arrière (elle se fait à la réunion du cinquième postérieur avec les quatre cinquièmes antérieurs), ce ligament se trouve relâché par la flexion de la jambe, tandis que le ligament latéral interne, dont l'attache est très-rapprochée du point centre de l'articulation, est aussi tendu dans sa flexion que dans son extension. Il s'ensuit que le ligament latéral externe seul permet la rotation en dehors et en dedans de la jambe infléchie, et que l'axe fictif, autour duquel se font ces mouvements, passe par la tubérosité interne du tibia et par le condyle interne du fémur. Il en résulte encore que, pendant la flexion de la jambe, le condyle externe exécute sur la surface articulaire correspondante du tibia un mouvement mixte de roulement et de glissement d'arrière en avant, glissement qui est produit par la rotation de la jambe en dehors, et qui a été décrit ci-dessus. Pendant l'extension de la jambe, ces mouvements articulaires ont lieu en sens inverse. Ces faits ont été mis en lumière par les expériences des frères Weber.

382. Deux fois j'ai eu l'occasion de faire contracter directement le muscle poplité, mis à nu et encore irritable, sur un membre inférieur récemment amputé au niveau de la partie moyenne de la cuisse. Pendant cette expérience, j'ai maintenu fixement le fémur et j'ai produit alors une rotation puissante du tibia en dedans, limitée, bien entendu, par les ligaments

croisés. Ce muscle fléchissait aussi la jambe sur la cuisse et *vice versâ*, mais ce mouvement était, comparativement, plus faible que le mouvement de rotation en dedans.

383. Le demi-membraneux, le plus puissant des trois muscles précédents, n'exerce aucune action rotatrice sur la jambe, ce qui s'explique par son attache à la partie postérieure du tibia. On a remarqué en outre qu'il étend très-puissamment la cuisse sur le bassin, en raison de son attache à la partie inférieure et postérieure du fémur.

### § II. — Physiologie pathologique.

384. J'ai eu l'occasion d'observer la paralysie ou l'atrophie des muscles, qui produisent la flexion de la cuisse sur le bassin, à l'exception du couturier. A l'exploration électrique, j'avais constaté que ce muscle avait conservé son excitabilité et son développement normal. Cependant le malade, quand il était debout, devait faire un grand effort pour porter en avant son membre inférieur affecté, et encore ce mouvement était-il peu étendu pendant la marche; l'oscillation de son membre était alors tellement limitée, qu'il lui imprimait une impulsion en avant par une sorte de mouvement de torsion du tronc et, quelque effort qu'il fît, le pas était trop court de ce côté, ce qui occasionnait une sorte de claudication.

Ce fait clinique démontre que le couturier est incapable de faire osciller complétement le membre inférieur, d'arrière en avant, pendant la marche.

385. L'observation clinique prouve que le demi-tendineux et le biceps sont principalement destinés à produire, dans la progression, l'extension du bassin.

J'ai établi précédemment (319) que le grand fessier

intervient, pour l'extension du bassin, pendant la marche, seulement lorsque cette extension exige un effort, comme pour monter un escalier ou marcher sur un plan ascendant, ou lorsque l'on porte un lourd fardeau sur les épaules. On peut, ai-je dit, le constater sur soi-même de la manière suivante. Après que l'un des deux membres a oscillé en avant, les mains placées sur le fessier correspondant à ce membre sentent que ce muscle reste dans le relâchement au moment où les trois segments du membre (pied, jambe et cuisse) s'étendent simultanément, afin d'imprimer au tronc un mouvement en avant, si la marche a lieu sur un plan horizontal; mais on observe que ce sont les muscles demi-tendineux et demi-membraneux qui entrent alors en action.

Nous allons voir que les troubles fonctionnels occasionnés, dans ces circonstances, par l'atrophie de ces derniers muscles font ressortir leur degré d'utilité comme extenseurs du bassin, pendant la marche.

J'ai observé, en effet, que chez les individus dont les muscles de la région postérieure de la cuisse avaient été détruits, soit par la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance, soit par l'atrophie musculaire progressive, le corps était exposé à tomber en avant, pendant la marche, et qu'alors ils portaient instinctivement la ligne de gravité plus en arrière, afin d'assurer l'extension du tronc ou dans le but d'éviter une chute.

Les fléchisseurs du bassin sur la cuisse, qui alors limitent ce renversement du tronc, sont incessamment distendus, et comme ils doivent en outre se contracter pendant l'oscillation du membre inférieur en avant, il en résulte qu'ils sont surmenés pendant la marche; aussi les malades éprouvent-ils alors une grande fatigue.

Les sujets dont les extenseurs du bassin ne fonctionnent

plus, ne peuvent ni sauter, ni danser, ni même marcher très-vite, bien qu'ils exécutent les mouvements d'extension du pied et de la jambe avec une grande puissance. C'est dans ces exercices que le corps a une tendance à tomber en avant ; c'est du moins la crainte qu'ils expriment, lorsqu'on les engage à danser ou à sauter.

Si l'on considère qu'au moment où le corps projeté en avant par le fait de l'extension du pied sur la jambe, et de la cuisse sur celle-ci, pendant le premier temps de la marche, doit recevoir une impulsion qui le fait incliner en avant, on comprend qu'il est nécessaire qu'à ce moment les extenseurs du bassin et aussi ceux du tronc, entrent synergiquement en action pour empêcher la chute du corps en avant.

386. Lorsqu'après son extension, le membre inférieur se détache du sol pour se porter en avant, ses trois segments (pied, jambe et cuisse) s'infléchissent à la fois les uns sur les autres, afin qu'il puisse osciller sous la cavité cotiloïde, sans toucher le sol.

Si les muscles qui produisent la flexion de la jambe viennent à ne pouvoir fonctionner, le pied touche le sol, lorsqu'il oscille sous le bassin ; voulant éviter alors de butter contre ce sol, le malade exagère la flexion du pied sur la jambe. C'est ce que j'ai observé chez les sujets qui avaient perdu l'action des muscles fléchisseurs de la jambe sur la cuisse.

Il ressort donc de ce qui précède, que les muscles demi-tendineux, demi-membraneux et biceps crural, se contractent non-seulement pour étendre le bassin sur la cuisse, mais encore afin de fléchir la jambe, pendant le second temps de la marche.

387. La durée de la contraction musculaire qui doit produire la flexion de la jambe, pendant l'oscillation d'arrière

en avant du membre inférieur, est courte, car, sitôt que la cuisse arrive à un degré de flexion tel que le propre poids de la jambe suffise pour la maintenir infléchie sur la cuisse, la contraction des muscles précédents cesse à l'instant.

J'ai remarqué d'ailleurs, alors même que la flexion volontaire de la jambe est complétement abolie, que cette flexion de la jambe a lieu, pendant le second temps de la marche, comme à l'état normal, dès que la première moitié de la flexion de la cuisse sur le bassin est accomplie, c'est-à-dire lorsque la cuisse fait avec la verticale du tronc un angle assez aigu pour que la jambe entraînée par son propre poids, s'infléchisse elle-même sur la cuisse.

388. Dans quelques cas de paralysie atrophique graisseuse de l'enfance, j'ai observé que, de tous les muscles fléchisseurs de la jambe, le biceps crural était seul resté intact. Du côté malade, le sujet ne pouvait imprimer un mouvement de flexion à sa jambe, sans qu'elle tournât fortement en dehors. C'est la confirmation, par l'observation clinique, de ce qui avait été démontré par l'expérimentation sur l'action individuelle du biceps crural. Dans un cas, ce mouvement était tellement exagéré que, dans la position assise, la pointe du pied regardait tout à fait en dehors.

Bien plus, lorsque le membre était placé dans l'extension, et si je ramenais la pointe du pied en avant, le sujet pouvait faire tourner son pied en dehors, pendant que l'on empêchait la cuisse de suivre ce mouvement de rotation de la jambe en dehors. Or, l'on sait que dans les conditions normales, la jambe ne peut exécuter aucun mouvement de rotation quand elle est étendue sur la cuisse. J'en ai rappelé précédemment (381) la raison anatomique.

389. On comprend donc comment, dans le fait clinique

relaté ci-dessus, la rotation de la jambe est devenue possible, même pendant son extension. La puissance rotatrice du biceps en dehors n'étant plus modérée par les muscles qui produisent la rotation de la jambe en dedans, et agissant alors d'une manière continue, avait allongé progressivement à la longue le ligament latéral externe qui limite la rotation de la jambe en dehors. Bien plus, j'ai vu, une fois, consécutivement à cet excès d'action rotatrice du biceps crural, une si grande élongation des ligaments de cette articulation, qu'au repos musculaire le tibia restait dans la rotation en dehors. Si je plaçais la jambe dans l'extension, je pouvais la faire tourner en dedans ou en dehors. Il en était résulté un défaut de solidité de l'articulation tibio-fémorale, pendant la station debout et pendant la marche. Le sujet disait qu'au moment où sa jambe malade s'étendait, il lui semblait que la jointure de son genou *chevauchait*, et qu'alors il était souvent menacé de tomber.

390. Il était utile que la rotation de la jambe pût se faire, lorsqu'elle est fléchie sur la cuisse, par exemple dans la station assise ; c'est la courte portion du biceps crural dont l'action est plus oblique de dedans en dehors que sa longue portion, qui en est spécialement chargée. — La disposition des ligaments croisés permet, on l'a vu (381), que ce mouvement soit beaucoup plus étendu que la rotation en dedans.

Les mouvements de rotation du tibia, s'ils avaient été possibles pendant l'extension de la jambe, auraient nui à la solidité des membres inférieurs, dans la station et la marche, ainsi que vient de le démontrer l'observation clinique ; c'est pourquoi les ligaments latéraux sont disposés de manière à les empêcher, pendant l'extension de la jambe.

391. La conformation normale du genou dépend principalement d'un certain équilibre entre les forces toniques des

muscles qui produisent la rotation de la jambe en dedans et la rotation en dehors.

On sait, en effet, que chez les cagneux, la pointe du pied est tournée en dehors, par le fait de la rotation de la jambe dans ce sens; qu'au niveau de la face externe du genou, la jambe fait avec la cuisse un angle rentrant, tandis qu'à sa face interne on observe un angle ouvert, dont le sommet est formé par le condyle interne du fémur, qui paraît hypertrophié. Or, cette déformation du genou ressemble à celle qui se développe consécutivement à l'atrophie des muscles rotateurs en dedans, et dont le mécanisme s'explique par l'action continue et exagérée du biceps crural (rotateur en dehors). Eh bien! j'ai constaté que chez les cagneux, ce dernier muscle est considérablement développé, relativement aux muscles rotateurs en dedans. — Le genou cagneux est, il est vrai, favorisé par une certaine laxité des ligaments, produite par un état lymphatique; mais cette cause est secondaire, car j'ai observé plusieurs fois cette affection du genou, d'un seul côté, chez des sujets qui n'étaient ni lymphatiques, ni scrofuleux, ni rachitiques.

Le genou cagneux est presque toujours double et date de la première enfance.

Une fois, cependant, je l'ai vu se développer du côté gauche, sans cause appréciable, chez un garçon de huit à neuf ans. Sa mère faisait remonter cette affection environ à deux ans, sans pouvoir préciser le moment du début, car cet enfant n'éprouvait aucune douleur; ce fut seulement lorsque la déformation fut assez apparente qu'elle y prêta quelque attention. Quand j'ai été appelé, le genou gauche présentait la déformation que j'ai décrite ci-dessus. Le condyle interne faisait une telle saillie en dedans, qu'on avait cru à l'existence

d'une tumeur qui avait été traitée avec des pommades résolutives. Arrivée à ce degré, la déformation du genou occasionnait de la faiblesse dans la marche, de la claudication et quelquefois un peu de douleur dans l'articulation, après une marche assez longue ou après la course, le saut, etc. Chez ce jeune garçon, le biceps crural était très-développé et se contractait avec énergie, comparativement au demi-tendineux et au droit interne. Il était rationnel de supposer que le poplité était également affecté, car la rotation de la jambe en dedans était exécutée avec faiblesse. — La cause et la nature de cette affection musculaire étaient certainement difficiles à déterminer. Il n'existait aucun signe d'affection arthritique de ce genou. N'est-il pas toutefois possible d'admettre ici un léger degré de cette paralysie spinale de l'enfance, que j'ai vu apparaître assez fréquemment, sans cause connue, et se localiser de cette manière dans quelques muscles? Ce qui rend ce diagnostic probable, c'est que le membre s'étiat notablement amaigri, et que les adducteurs eux-mêmes étaient également affaiblis. Quelle qu'en soit la cause, ce fait clinique peut concourir à démontrer, en somme, qu'un certain équilibre entre les forces rotatrices de la jambe préside à la conformation normale du genou.

392. J'ai vu survenir progressivement les mêmes désordres en sens inverse, sous l'influence de l'action continue des rotateurs du tibia en dedans, consécutivement à la paralysie atrophique du biceps fémoral, rotateur du tibia en dehors. Ainsi, pendant la flexion de la jambe, la pointe du pied regardait un peu en dedans et ne pouvait être tournée volontairement en dehors; à la longue, le mouvement de rotation de la jambe en dedans était devenu plus étendu qu'à l'état normal. Toutefois, cette rotation en dedans ne pouvait être

produite que très-faiblement, lorsque la jambe était dans l'extension.

On conçoit que les rotateurs de la jambe en dedans, ayant à vaincre non-seulement la résistance des ligaments latéraux, mais aussi celle du ligament croisé postérieur (voy. 381), la rotation pathologique de la jambe en dedans doive progresser plus lentement, sous l'influence de l'action continue de ces muscles. Cependant, je ne doute pas qu'à la longue toutes les résistances ligamenteuses ne cèdent, comme on l'observe d'ailleurs dans les mêmes conditions, par exemple, dans un grand nombre de pieds bots, et qu'avec le temps il ne puisse se produire, dans les ligaments articulaires du genou, des désordres aussi graves que sous l'influence de l'action continue et exagérée du biceps crural.

393. Les faits cliniques relatés ci-dessus (391 et 392), qui montrent les troubles fonctionnels et les désordres anatomiques occasionnés dans l'articulation tibio-fémorale par l'action exagérée et continue des rotateurs de la jambe en dehors et en dedans, ces faits, dis-je, prouvent combien il importait que leur action fût modérée par des forces musculaires antagonistes suffisantes, forces qui font l'office de ligaments actifs.

Il était utile, ai-je dit plus haut (390), que la rotation de la jambe pût se faire en dehors, pendant la station assise. Pour que ce mouvement se produisît, il était nécessaire que l'attache supérieure du ligament latéral externe eût lieu en arrière du point de centre de l'articulation fémoro-tibiale (à la réunion du cinquième postérieur avec les quatre cinquièmes antérieurs du condyle externe du fémur), de manière que ce ligament se trouvât relâché pendant la flexion. Il fallait encore que la disposition des ligaments croisés ne pût s'y opposer. — D'un autre côté, le ligament latéral externe aurait été un

obstacle trop faible pour limiter l'action rotatrice du biceps fémoral. C'est sans doute afin de parer aux dangers qui auraient pu résulter de cette faiblesse pour l'articulation tibio-fémorale, comme le prouve l'observation clinique, que les muscles poplité, demi-tendineux, droit interne et couturier, ont été doués du pouvoir de modérer l'action exagérée du biceps crural sur la rotation de la jambe en dehors. Le premier (le poplité) doit avoir même été créé spécialement dans ce but, car son action rotatrice en dedans, qui l'emporte de beaucoup sur celle des trois autres muscles réunis, est comparativement beaucoup plus grande que celle qu'il exerce comme fléchisseur de la jambe.

394. Dans la station sur les pieds, les jarrets tendus, le fémur dépasse la ligne prolongée de la jambe; alors le poids du corps, qui pèse sur lui, tend à diminuer l'angle ouvert en avant formé par les deux segments du membre inférieur. On a dit que les ligaments du genou, sauf le ligament rotulien, s'opposent à cette diminution de l'angle ouvert en avant, et qu'il en résulte que la jambe et la cuisse constituent, dans l'extension complète, *un support parfaitement rigide, comme formé d'une seule pièce, sans que l'intervention de la contraction musculaire soit nécessaire* (1).

Cette assertion n'est pas exacte de tous points; l'observation clinique démontre, au contraire, que les muscles biceps crural, demi-tendineux et demi-membraneux sont des ligaments actifs absolument nécessaires à la solidité de l'articulation tibio-fémorale pour en limiter l'extension, surtout pendant la station debout et la marche.

Toutes les fois que ces muscles sont détruits, — ce qui ar-

(1) Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, 4$^{e}$ édit., p. 424.

rive trop fréquemment, dans la paralysie atrophique de l'enfance, — la cuisse s'infléchit progressivement en avant sur la jambe, au moment où le malade repose sur le membre inférieur *affecté*.

Dans ces cas, la jambe est maintenue dans une extension continue sur la cuisse, pendant le repos au lit, par la force tonique des extenseurs de la jambe. Cette force, dont l'action est incessante, surmonte bientôt la résistance des ligaments croisés, latéraux et postérieur, qui s'allongent progressivement et rapidement, jusqu'à permettre à l'articulation du genou de faire en avant un angle ouvert quelquefois beaucoup moins obtus qu'à l'état normal.

Le poid du corps tend encore à augmenter cette flexion antérieure de la cuisse sur la jambe, pendant la station et la marche ; tout le monde le comprendra, sans qu'il soit besoin d'en expliquer le mécanisme. Mais cette dernière cause est moins puissante que la précédente, car chez les enfants dont tous les muscles moteurs de la jambe sont atrophiés, chez lesquels, en conséquence, on ne saurait invoquer l'action de la force tonique exagérée des extenseurs de la jambe, la flexion antérieure de la jambe n'arrive pas au même degré, et la déformation marche moins rapidement.

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

### A. — Extension de la jambe sur la cuisse.

I. Le vaste externe et le vaste interne, lorsqu'on les fait contracter isolément, étendent, chacun, la jambe sur la cuisse, en tirant la rotule obliquement, le premier en dehors et en haut, et le second en dedans et en haut.

Lorsqu'on fait contracter simultanément ces deux fais-

ceaux, la rotule est tirée directement en haut, et l'extension de la jambe est produite avec une force double, environ, de celle que l'on obtient avec leur action individuelle.

La puissance d'extension du vaste interne est plus grande que celle du vaste externe.

L'action latérale exercée par le vaste externe est plus prononcée que celle du vaste interne. C'est au point que j'ai luxé la rotule en dehors, en faradisant le vaste externe d'un cadavre, dont l'irritabilité était encore normale, tandis que je n'ai pu produire la luxation de la rotule en dedans par la faradisation de son vaste interne (voy. 53 et 54).

II. Cette action latérale prédominante que le vaste externe exerce sur la rotule, constituerait un véritable danger, si cette portion musculaire devait fonctionner individuellement, pendant l'extension de la jambe sur la cuisse. La vérité de cette assertion est prouvée par des faits cliniques dans lesquels le vaste externe devant toujours se contracter seul, consécutivement à l'atrophie du vaste interne, produisait fréquemment la luxation externe de la rotule, pendant la marche rapide, le saut, la danse, etc.

C'est pourquoi, physiologiquement, l'action du vaste externe est inséparable de celle du vaste interne, son modérateur nécessaire; c'est pourquoi aussi ces deux portions musculaires constituent un seul muscle que l'on pourrait appeler *biceps extenseur de la jambe sur la cuisse* (voy. 355, 362, 363, 364).

III. Le droit antérieur de la cuisse produit l'extension de la jambe sur la cuisse; mais en même temps il a une tendance à fléchir la cuisse sur le bassin, ce qui le distingue du muscle formé par le vaste externe et par le vaste interne, qui est extenseur indépendant (voy. 365).

IV. Il est démontré par l'observation clinique que le droit antérieur de la cuisse reste étranger à l'oscillation du membre inférieur, d'arrière en avant, pendant le second temps de la marche (voy. 365).

Bien qu'il puisse concourir, dans certaines circonstances, à la flexion de la cuisse sur le bassin, il est principalement destiné à l'extension de la jambe sur la cuisse.

V. Si son attache supérieure s'était faite au fémur, de même que celle des vastes externe et interne, il aurait eu, comme eux, l'avantage de produire, indépendamment et toujours avec la même puissance, quelle qu'eût été l'attitude du membre inférieur, l'extension de la jambe sur la cuisse (voy. 357).

Mais il était plus utile que cette attache supérieure se fît à l'épine antérieure et supérieure du bassin, soit comme ligament actif, concourant à maintenir plus solidement en avant la tête du fémur dans la cavité cotyloïde, soit afin d'augmenter la force de l'extension de la jambe sur la cuisse pendant la marche et surtout pendant le saut et la course, au moment où les divers segments du membre inférieur s'étendent brusquement les uns sur les autres.

Dans ce dernier cas, les extenseurs du bassin qui se contractent avec une grande énergie pour le redresser en arrière, agissent par l'intermédiaire du droit antérieur, comme extenseurs de la jambe sur la cuisse (voy. 358, 359).

VI. On peut constater qu'à l'état normal, pendant la station debout et les jarrets tendus, les extenseurs de la jambe sont dans le relâchement; l'observation clinique démontre aussi qu'ils sont inactifs (voy. 366).

VII. La gravité des troubles fonctionnels de la marche, consécutivement à l'atrophie des extenseurs de la jambe, fait ressortir le degré d'utilité de ces muscles (voy. 368).

B. — Flexion de la jambe sur la cuisse.

VIII. Le couturier fléchit la jambe sur la cuisse en même temps qu'il fléchit la cuisse sur le bassin (voy. page 388, I).

IX. Il est appelé spécialement à concourir avec d'autres muscles au mouvement d'oscillation d'arrière en avant du second temps de la marche (voy. 377); mais isolément, il ne peut le produire que d'une manière incomplète (voy. 384).

X. Il n'imprime pas au membre inférieur un mouvement d'abduction; il en produit à peine la rotation en dehors; il ne le met pas, ainsi qu'on l'a dit à tort, dans l'attitude qui est habituelle chez les tailleurs (voy. 373 et 374).

Il ne peut se contracter, sans exercer sur la jambe une action rotatrice en dedans (voy. 376).

XI. Ce muscle agit sur la moitié interne et antérieure de l'aponévrose comme son tenseur, à la manière du tenseur du fascia lata, mais en sens contraire de celui-ci et avec moins de puissance que lui (voy. 371).

XII. Le droit interne produit à la fois l'adduction de la cuisse, la flexion de la jambe sur la cuisse et sa rotation de de dehors en dedans. L'expérimentation électro-musculaire démontre : 1° qu'il exécute le premier mouvement avec plus de force que le second et le troisième; 2° que, contrairement à l'assertion de Winslow, il peut commencer la flexion de la jambe, et qu'il fait bien ce mouvement, alors même que la cuisse n'est pas dans la rotation (voy. 378); 3° que, lorsque la jambe est étendue et la cuisse tournée en dehors, sa contraction fait tourner, il est vrai, le membre faiblement en dedans (voy. 379).

XIII. Cette action rotatrice est due, sans aucun doute, à la

direction réfléchie, de dedans en dehors, de son tendon inférieur, qui doit contribuer aussi, avec les muscles qui concourent à former inférieurement la patte d'oie, à la rotation de la jambe en dedans, lorsqu'elle est fléchie sur la cuisse (voy. 379).

XIV. Le *demi-tendineux* et le *biceps crural* produisent par leur action isolée un triple mouvement : 1° la flexion de la jambe sur la cuisse, 2° l'extension de la cuisse sur le bassin, 3° la rotation de la jambe sur la cuisse, le premier de dehors en dedans, le second de dedans en dehors (voy. 380).

XV. Ces muscles jouent un rôle important dans la marche. Voici quel est alors leur mode d'action.

Après l'oscillation d'arrière en avant de l'un des membres inférieurs, au moment où le pied est détaché du sol, du talon à la pointe, par le triceps sural, et en même temps que la cuisse est étendue sur la jambe par le triceps crural, *le bassin est redressé sur la cuisse par le demi-tendineux et le biceps crural auxquels s'associe le demi-membraneux.* La contraction du demi-tendineux et du biceps crural continue ensuite, et s'unit aux muscles couturier et droit interne pour séparer le pied du sol, en fléchissant la jambe sur la cuisse.

XVI. Le demi-tendineux et le biceps crural sont plus utiles comme extenseurs de la cuisse sur le bassin ou du bassin sur la cuisse, pendant la station et la marche, que comme fléchisseurs de la jambe sur la cuisse.

Ce fait est démontré par l'observation clinique. Consécutivement en effet à l'atrophie de ces muscles, le tronc a une tendance à tomber en avant, pendant la marche et la station debout. Dans ces conditions, le sujet, afin d'éviter une chute, reporte instinctivement son tronc plus en arrière, en se ren-

versant dans ce sens. Il en résulte que la course et même la marche rapide deviennent difficiles sinon impossibles (voy. 385).

XVII. Il était nécessaire, dans certains usages du membre inférieur, que la cuisse pût être étendue sur le bassin et *vice versâ,* indépendamment et aussi puissamment, pendant la flexion de la jambe que pendant son extension ; le *demi-membraneux* seul remplit ces conditions.

XVIII. Les extenseurs du tronc qui s'attachent à la tubérosité ischiatique (demi-tendineux, demi-membraneux et biceps crural), sont plus utiles que les grands fessiers, pour maintenir l'extension du tronc pendant la station et la marche. En effet, les troubles fonctionnels occasionnés par leur atrophie ne s'observent pas consécutivement à l'atrophie des grands fessiers (voy. 318).

XIX. L'action rotatrice du demi-tendineux et du biceps crural s'exerce sur la cuisse, lorsque la jambe est étendue sur elle ; mais dès que commence la flexion de la jambe, cette action rotatrice ne se fait plus sentir que sur celle-ci, et cela en raison directe de son degré de flexion ; enfin la rotation de la jambe en dehors a lieu dans une plus grande étendue que sa rotation en dedans (voy. 380).

Il fallait, pour les usages du membre inférieur, que pendant la flexion de la jambe, par exemple dans la position assise, cette jambe pût tourner sur la cuisse, et que l'étendue de cette rotation fût plus grande en dehors qu'en dedans. — D'un autre côté, il importait à la solidité du membre inférieur, pendant la station debout ou pendant la marche, que cette rotation de la jambe devînt impossible, lorsque celle-ci se trouve dans l'extension sur la cuisse (voy. 390).

Le mécanisme de ces mouvements de rotation de la jambe, plus étendus en dehors qu'en dedans et d'autant plus limités que celle-ci est plus étendue sur la cuisse, s'explique par la disposition anatomique des ligaments du genou (voy. 381).

XX. L'observation clinique apprend que la conformation normale du genou dépend principalement d'un certain équilibre entre les forces toniques des rotateurs de la jambe en dehors et de ses rotateurs en dedans.

Par le fait de la prédominance de la force tonique du biceps crural, ainsi que cela se rencontre quelquefois dans la paralysie atrophique de l'enfance, les ligaments qui limitent la rotation de la jambe en dehors, et empêchent cette rotation, pendant son extension, s'allongent avec le temps; puis, le condyle externe du fémur s'atrophiant, l'axe de la jambe, au lieu de se continuer avec celui de la cuisse, forme avec lui un angle ouvert en dehors, au niveau de l'articulation du genou; en un mot, il se forme un genou cagneux d'autant plus prononcé, c'est-à-dire dans lequel la jambe est d'autant plus dans la rotation en dehors et forme avec la cuisse un angle d'autant moins obtus en dehors, que la prédominance tonique du biceps crural est plus grande et plus ancienne (voy. 391).

XXI. La prédominance tonique du biceps fémoral peut, par son action continue, distendre tellement, à la longue, les ligaments du genou, que la jambe reste dans la rotation en dehors, alors même qu'elle est étendue sur la cuisse.

Cette distension considérable des ligaments de l'articulation du genou est une cause de faiblesse pour le membre inférieur, pendant la station et la marche.

XXII. Les faits cliniques exposés ci-dessus pourraient

faire craindre que l'action rotatrice en dehors, exercée sur la jambe par le biceps crural, exposât l'articulation du genou à des dangers; mais heureusement les muscles qui forment la patte d'oie et le poplité, puissants modérateurs de cette action rotatrice, lui ont été opposés; le dernier semble même avoir été créé spécialement dans ce but, car son action rotatrice en dedans sur la jambe est grande, tandis qu'il produit faiblement la flexion de la jambe sur la cuisse (voy. 393).

XXIII. Il est ressorti de l'observation clinique que les muscles fléchisseurs de la jambe sur la cuisse sont des ligaments actifs, sans lesquels l'articulation fémoro-tibiale formerait un angle moins obtus en avant qu'à l'état normal; ce qui serait une cause de faiblesse dans la station et la marche, et aussi de danger pour l'articulation du genou et les vaisseaux de la région poplitée (voy. 394).

## CHAPITRE III.

### ACTION INDIVIDUELLE ET USAGES DES MUSCLES QUI MEUVENT LE PIED.

#### CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Il est peu de muscles qui, en physiologie, et conséquemment en pathologie musculaire, aient provoqué des travaux aussi nombreux et aussi remarquables que les muscles moteurs du pied.

De prime abord, je pensais qu'un petit nombre de faits nouveaux devaient surgir de l'application de l'électrisation localisée à l'étude des fonctions de ces muscles moteurs du

pied. Il me semblait que les déductions applicables à la physiologie des muscles de la jambe et du pied, déductions qui avaient été tirées de certains faits cliniques avec une grande perspicacité, ne laissaient rien à désirer ; mais ici, de même que dans l'étude des fonctions des muscles moteurs de la main (voy. première partie, chap. IV), l'exploration électro-musculaire (l'anatomie vivante) m'apprit bientôt qu'il y avait encore beaucoup à faire.

On sait en effet, depuis mes recherches, que l'expérimentation électrique peut faire connaître exactement l'action individuelle des muscles; qu'elle apprend aussi, en combinant artificiellement les contractions de plusieurs muscles, comment la nature obtient des mouvements normaux, à l'aide de ce qu'on appelle des contractions synergiques ; que l'observation clinique contrôle les faits qui ressortent de cette expérimentation directe, et qu'elle fait mieux comprendre encore le degré d'importance de chacun des muscles, dans la synergie musculaire. On a vu aussi que cette méthode d'observation m'a permis de bien étudier une des fonctions les plus importantes d'un grand nombre de muscles, c'est-à-dire l'action exercée par leur force tonique sur l'attitude normale des membres, sur la conservation des rapports naturels des surfaces articulaires osseuses. Ces études, enfin, m'ont conduit à expliquer le mécanisme jusqu'alors inconnu de certaines difformités ou déformations des membres supérieurs.

Eh bien! cette même méthode d'observation, appliquée aux muscles moteurs du pied, m'a démontré que le mécanisme d'un grand nombre de mouvements du pied et des orteils ne pouvait être compris avec les données de la physiologie qui ont cours dans l'enseignement, et conséquemment que le mécanisme de certaines difformités du pied

restait encore à trouver. Ainsi, — posant, comme exemples, quelques questions que j'espère pouvoir résoudre, — en vertu de quelle action musculaire le poids du corps peut-il reposer, pendant la station sur la pointe du pied, sur l'extrémité antérieure du bord interne de l'avant-pied, sur la saillie sous-métatarsienne, *espèce de talon antérieur*? Quel est le mécanisme véritable de la flexion et de l'extension du pied sur la jambe, des mouvements physiologiques des diverses articulations du tarse et du métatarse, de la formation pathologique du pied creux, du rebroussement des orteils?

Je n'ai pas besoin de dire combien la solution de toutes ces questions intéresse la thérapeutique des affections musculaires et des difformités du pied, soit que l'on veuille provoquer le retour des mouvements ou de la nutrition musculaire, à l'aide de la faradisation localisée, conseiller certains exercices gymnastiques, pratiquer certaines sections musculaires et tendineuses, remplacer ou seconder l'action musculaire par des moyens prothétiques, dans la production des mouvements fonctionnels du pied sur la jambe, soit enfin que l'on ait à combattre des mouvements ou des attitudes pathologiques, avec les moyens orthopédiques ordinaires.

Les recherches qui sont le sujet de ce chapitre, remontent déjà à près de dix-huit ans. Pendant cet espace de temps, j'ai observé, au point de vue de l'étude des fonctions, un grand nombre de lésions musculaires de la jambe et du pied, parallèlement avec l'expérimentation faite sur les muscles à l'état normal. Je suis parfaitement sûr des faits cliniques desquels j'ai tiré les déductions qui seront formulées dans ce chapitre, les ayant longtemps et minutieusement observés.

Dans l'exposition de mes recherches sur les muscles qui meuvent le pied et les orteils, je suivrai la méthode que j'ai

appliquée à l'étude des fonctions des muscles moteurs de la main, de l'épaule, de la cuisse et de la jambe, c'est-à-dire que je contrôlerai les faits électro-physiologiques par les faits cliniques. J'ai fait connaître ailleurs les déductions que j'en ai tirées, au point de vue de leur application au diagnostic différentiel, au traitement des affections musculaires de la jambe et du pied, et à une espèce d'orthopédie, que j'ai appelée physiologique (1).

Je me propose, en outre, d'exposer l'étude des mouvements physiologiques, articulaires, partiels, propres à l'action individuelle des muscles moteurs du pied. Cette étude est d'un grand intérêt pratique, car, sans la notion de ces mouvements articulaires partiels, il est difficile, on peut même dire impossible, de comprendre le mécanisme non-seulement des mouvements physiologiques du pied, de son attitude normale, mais aussi des mouvements pathologiques et des difformités consécutives à certaines lésions musculaires.

## ARTICLE PREMIER.

### MUSCLES QUI ÉTENDENT LE PIED SUR LA JAMBE.

Le triceps sural (jumeaux et soléaire, *gemelli*, *soleus*) et le long péronier latéral (*peroneus longus*) sont les seuls muscles destinés à étendre le pied sur la jambe.

Quant aux muscles long fléchisseur commun des orteils et long fléchisseur du gros orteil, qui semblent être auxiliaires de l'extension du pied sur la jambe, l'observation électro-phy-

(1) Voy. *Traité d'électrisation localisée*, 2ᵉ édit., chap. XIX, art. III, p. 797.

siologique et l'observation clinique s'accordent pour démontrer que leur action physiologique sur l'articulation tibio-tarsienne est à peu près nulle.

C'est ce qui ressortira des faits qui seront exposés dans ce chapitre.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

I. *Triceps sural.* — Le triceps sural, soit que l'on faradise simultanément ses trois faisceaux (les jumeaux et le soléaire), soit qu'on localise l'excitation dans chacun d'eux, agit sur le pied de la manière suivante : 1° l'arrière-pied et le bord externe de l'avant-pied s'étendent avec force; 2° la moitié interne de l'avant-pied obéit au mouvement d'extension, mais si faiblement que le premier métatarsien cède à la moindre résistance opposée à l'extension; 3° le pied tourne sur l'axe de la jambe, de manière que son extrémité antérieure se porte en dedans et le talon en dehors; en même temps, sa face dorsale se renverse de manière qu'elle regarde en dehors; 4° pendant l'extension du pied, les orteils prennent la forme d'une griffe, c'est-à-dire que leurs premières phalanges s'élèvent tandis que leurs dernières phalanges se fléchissent.

II. *Long péronier latéral.* — Lorsqu'on localise l'excitation électrique dans le long péronier latéral, voici ce que l'on observe : 1° Le bord interne de l'avant-pied, et principalement la saillie sous-métatarsienne, sont abaissés avec une grande force (voy. A, fig. 63 et 64), et la courbe de la voûte plantaire est notablement augmentée (voy. B, fig. 63 et 64, comparativement à la courbe B, fig. 65, qui est normale); la saillie sous-métatarsienne se trouve alors sur un plan inférieur à la partie de la plante du pied qui correspond

aux autres métatarsiens (voy. A, fig. 64); 2° en s'abaissant, le bord interne du pied se porte de dedans en dehors; il en résulte une diminution du diamètre transversal de l'avant-pied, plus notable au niveau de la tête des métatarsiens (comparez le diamètre transversal A, C, de la figure 66 au même diamètre normal A, C, de la figure 67), et une sorte de mouvement de torsion de la partie interne de l'avant-pied sur sa partie externe, indiquée par la direction oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant des plis de la plante du pied (voyez les plis obliques D de la figure 66, comparativement aux plis transversaux, normaux de la figure 67); 3° le pied tourne sur l'axe longitudinal de la jambe, de façon que son extrémité antérieure est portée en dehors; en même temps son bord externe s'élève un peu, et la malléole interne devient plus saillante (voyez la figure 68, comparativement à la figure 69, dont l'attitude au repos est normale) (1).

B. — Remarques.

395. Lorsque j'ai vu la contraction électrique du *triceps sural* produire l'adduction du pied, puis son renversement en dehors, en même temps que son extension, ma première pensée fut que sans doute les fibres internes de ce muscle avaient été plus excitées, et qu'il en était résulté une traction plus forte sur le bord interne du tendon commun, traction qui pouvait rendre compte de l'ensemble des mouvements que je

(1) Les figures qui représentent les mouvements obtenus par la faradisation du long péronier, sont absolument semblables à celles qui ont été dessinées d'après la contracture de ce muscle. Pour montrer les mouvements du pied obtenus dans mes expériences sur le long péronier latéral, je me suis servi des figures photographiées d'après la contracture, afin de ne pas faire un double emploi. — Ces figures ont été intercalées dans l'observation d'un cas de contracture du long péronier latéral (voy. page 409).

viens de décrire. Mais, ces mouvements se reproduisant, alors même que j'excitai seulement le jumeau externe ou les fibres les plus externes du soléaire, j'abandonnai cette explication; il me fut démontré que le triceps sural est réellement extenseur adducteur du pied, en même temps qu'il lui imprime un mouvement de rotation en dehors sur son bord externe.

Ce n'est certainement pas dans la direction des muscles que l'on peut trouver la raison de cette action, mais dans les dispositions anatomiques des surfaces de l'articulation calcanéo-astragalienne; — je me réserve de l'établir par la suite.

396. Les trois faisceaux du triceps sural ont été évidemment créés dans un but commun; ils constituent ce que l'on peut justement appeler l'*extenseur adducteur du pied*. Rien ne me semble justifier les divisions anatomiques qui font considérer ces trois faisceaux comme des muscles différents, car ils aboutissent tous à un seul tendon (le tendon d'Achille) qu'ils sont destinés à mettre en action de la même manière et dans un même but.

397. Il est vrai que l'on a attribué aux jumeaux la propriété de fléchir la jambe sur la cuisse. Mais il ressort de l'expérience directe que cette influence sur la flexion de la jambe sur la cuisse est extrêmement faible, comparativement à la puissance du mouvement d'extension qu'ils impriment au pied. En effet, il ne m'a jamais été possible de produire cette flexion, même en faisant contracter simultanément ces deux faisceaux au maximum de mon appareil. Leur action ne s'exerce alors que sur le pied, de la manière qui a été exposée plus haut. Je n'ai pas même obtenu ce mouvement de flexion à l'aide de leur contraction artificielle, chez des sujets dont les mouvements du pied étaient empêchés par le fait d'une ankylose de l'articulation tibio-tarsienne.

398. Il est fort heureux, d'ailleurs, que la puissance de flexion de la jambe sur la cuisse, exercée par le triceps sural, soit très-faible; car ce muscle est appelé à fonctionner, comme extenseur du pied, au moment où les fléchisseurs réels de la jambe sur la cuisse doivent se relâcher. En effet, pendant le second temps de la marche. les trois segments du membre inférieur (cuisse, jambe et pied) sont infléchis les uns sur les autres. Conséquemment, au moment où le pied est fléchi sur la jambe, son extenseur le plus puissant, le triceps sural, se relâche nécessairement et ne peut évidemment concourir alors à fléchir la jambe sur la cuisse.

Je ferai observer en outre qu'après le second temps de la marche, le pied, la jambe et la cuisse se redressent, afin d'imprimer au tronc un mouvement de propulsion en avant; or, si le triceps sural eût exercé une action de flexion sur la jambe, c'eût été un antagonisme fâcheux pour son extension qui se produit dans ce même mouvement.

399. Toutefois ce n'est pas sans un but d'utilité que les jumeaux s'attachent aux condyles du fémur. Cette disposition anatomique permet, en effet, au triceps fémoral de concourir puissamment, dans certains cas, à l'extension du pied sur la jambe. Lorsque, par exemple, la jambe et le pied portés en avant, sont dans la flexion, comme lorsqu'on gravit une colline ou que l'on monte un escalier, le triceps crural et le triceps sural se contractent en même temps; alors la cuisse, en s'étendant sur la jambe, exerce une traction sur les jumeaux et augmente ainsi la puissance d'extension de ces derniers sur le pied qui est dans la flexion.

400. Lorsque la jambe est infléchie sur la cuisse, les jumeaux se trouvent dans un tel état de raccourcissement, en raison de leur attache supérieure au condyle du fémur. qu'ils

perdent presque toute leur puissance sur l'extension du pied. Il fallait donc que l'un des faisceaux du triceps sural pût produire l'extension du pied avec autant de puissance, pendant la flexion de la jambe que pendant son extension ; c'est le soléaire qui, en raison de ses dispositions anatomiques, est chargé spécialement de cette fonction.

En outre, l'extension du pied, toutes les fois qu'elle se fait sans effort ou qu'elle n'est pas destinée à supporter le poids du corps, pendant la marche ou la station sur la pointe du pied, est exécutée par le soléaire isolément, alors même que la jambe est étendue sur la cuisse. On peut facilement vérifier l'exactitude de cette assertion sur soi-même.

401. L'action propre du long péronier latéral était si mal connue, avant d'avoir été exactement déterminée par l'expérimentation électro-musculaire, l'influence exercée par ce muscle sur la conformation du pied est si grande, le rôle qu'il est appelé à remplir dans la station, la marche, etc., est d'une telle importance, qu'il m'a paru utile de représenter les mouvements imprimés par sa contraction à différentes parties du pied, dans un assez grand nombre de figures.

Les figures 63, 64, 66, 68, photographiées et dessinées d'après nature, montrent, comparativement au pied à l'état normal et au repos musculaire, les mouvements que j'ai vu ce membre exécuter, sous l'influence de la contracture du long péronier. Ces mouvements sont, en résumé : 1° l'abaissement du bord interne de l'avant-pied, principalement de la saillie sous-métatarsienne, A, fig. 63 et 64, et conséquemment l'augmentation de la courbe formée par la voûte plantaire, B, fig. 63 et 64 ; 2° un mouvement de torsion de la partie interne de l'avant-pied sur sa partie externe, qui pro-

duit la diminution du diamètre transversal de l'avant-pied et donne aux plis cutanés de la plante du pied, qui sont transversaux à l'état normal, (voy. fig. 67), une direction oblique d'arrière en avant et de dedans en dehors (voy. D, fig. 66); 3° un mouvement d'abduction qui porte l'extrémité du pied en dehors, et élève son bord externe (voy. fig. 68). Enfin la contraction du long péronier produit le relief du tendon de ce muscle en arrière et au-dessus de la malléole externe (voy. F, fig. 64).

402. Il n'y a certainement aucun rapport à établir entre le long péronier latéral et le triceps sural, pour la puissance avec laquelle ces muscles étendent l'arrière-pied et la partie externe de l'avant-pied. La faradisation localisée démontre en effet que le triceps sural produit l'extension de ces parties du pied avec une force énorme. Au contraire, l'extension du pied dans l'articulation tibio-tarsienne par le long péronier ne devient manifeste que lorsqu'on provoque la contraction la plus énergique; ce mouvement est peu étendu et il est exécuté avec une extrême faiblesse. J'ai constaté en effet que dans cette expérience, le pied n'oppose aucune résistance au mouvement de flexion que je lui imprime. Le triceps sural est donc l'extenseur réel de l'articulation tibio-tarsienne, c'est-à-dire qu'il abaisse avec force une partie du tarse et de l'avant-pied (la moitié antérieure du calcanéum, le cuboïde et les deux derniers métatarsiens).

D'autre part, il ressort de l'expérimentation électro-physiologique, que le triceps sural est presque sans action sur la partie interne de l'avant-pied, et que le long péronier est le seul muscle destiné à abaisser puissamment la saillie sous-métatarsienne et à maintenir cette partie interne du pied solidement fixée à sa partie externe, pendant que le triceps sural

agit énergiquement comme extenseur du pied dans l'articulation tibio-tarsienne, en élevant le talon et en abaissant la partie externe de l'avant-pied.

403. Pour bien comprendre le degré d'utilité du long péronier latéral, il faut savoir que, pendant la station debout, le poids du corps est supporté principalement par le calcanéum (talon postérieur) et par l'extrémité antérieure du premier métatarsien, que l'on peut appeler justement le *talon antérieur*; qu'au moment où le talon postérieur se sépare du sol, pendant certains temps de la marche, dans le saut, la danse, il repose presque entièrement sur cette partie de l'avant-pied.

Dans quelques circonstances, par exemple chez le danseur qui se tient sur la pointe du pied, ce talon antérieur se trouve dans la direction de la ligne droite fictive qui représente l'axe du membre inférieur (voy. page 335, fig. 61 et 62) (1).

Pendant la station debout, cette ligne fictive est brisée au niveau du centre de l'articulation tibio-tarsienne C, fig. 61, se continue en formant un angle ouvert en avant, et passe par l'extrémité antérieure du premier métatarsien D, fig. 61, c'est-à-dire qu'elle prend une direction favorable aux mouvements de l'articulation tibio-tarsienne, de sorte qu'à un moment de la marche, lorsque le talon postérieur D, fig. 62, s'élève, le pied n'applique contre le sol que son extrémité antérieure et interne D, fig. 61 (son talon antérieur); alors le poids du corps

(1) On remarquera à la page 335 que, par négligence typographique, les figures ont été mal numérotées. Celle de gauche est la figure 61 et celle de droite est la figure 62. Elles ont été dessinées avec réduction d'après deux figures du bel Atlas de l'anatomie des formes du corps humain, par M. Fau. Paris, 2e édition, 1865, chez J.-B. Baillière. — J'ai tracé sur ces figures la ligne droite qui représente l'axe du membre inférieur.

repose sur l'extrémité de l'axe du membre, prolongé jusqu'au talon antérieur. Or, la masse énorme du triceps sural s'oppose à la flexion du pied dans l'articulation tibio-tarsienne, pendant que le long péronier latéral maintient le talon antérieur solidement abaissé et fixé au bord externe du pied.

Mais si, du point centre C, fig. 61, la ligne est déviée obliquement en dehors, pour aller se terminer à l'extrémité antérieure du dernier métatarsien E, cette ligne déviée se trouve dans la direction des mouvements de l'articulation calcanéo-astragalienne. Aussi le poids du corps vient-il à reposer sur le cinquième métatarsien, cette dernière articulation est mise en mouvement, de manière à produire le renversement du pied en dehors et son abduction. Le jambier postérieur qui seul s'oppose à ce mouvement, ne peut alors, on le conçoit, supporter le poids du corps ; — c'est ce que démontrera bientôt l'observation clinique.

404. Quelle énorme puissance doit posséder le long péronier latéral pour abaisser le bord interne de l'avant-pied et surtout la saillie sous-métatarsienne avec une force égale à celle que le triceps sural déploie dans le mouvement d'extension de l'articulation tibio-tarsienne, et pour faire supporter à l'extrémité antérieure du bord interne du pied le poids du corps, alors même qu'il est chargé d'un lourd fardeau !

A voir son petit volume, comparativement à celui du triceps sural, on ne le croirait certes pas doué d'une telle puissance. Mais que l'on puisse ou non l'expliquer, l'observation physiologique démontre qu'il la possède incontestablement.

405. Il était nécessaire que le mouvement de varus imprimé par le triceps sural, pût être neutralisé par l'un des muscles qui concourent à l'extension du pied. L'expérimentation électro-musculaire a démontré que le long péronier latéral

est spécialement chargé de cette importante fonction. Après avoir en effet produit, par la faradisation du triceps sural, l'extension du pied avec varus, — ce que l'on appelle *équin varus*, — j'ai toujours pu ramener le pied dans l'extension directe, en combinant avec la contraction de ce muscle celle du long péronier latéral.

Comme la puissance d'abduction du long péronier latéral est supérieure à la force adductrice du triceps sural, le premier entraîne facilement, au besoin, le pied dans l'abduction, quand il est mis en action, en même temps que le dernier.

En somme, le long péronier latéral est l'auxiliaire nécessaire du triceps sural, non-seulement parce qu'il corrige les mouvements de latéralité vicieux que celui-ci imprime au pied, mais aussi parce qu'il est le seul muscle qui ait le pouvoir de maintenir solidement abaissée la partie interne de l'avant-pied, lorsque sa partie externe est entraînée dans l'extension par le triceps sural.

Afin de rappeler les principaux mouvements du long péronier latéral, on pourrait appeler ce muscle : *extenseur abducteur*.

406. La contraction individuelle du triceps sural ou du long péronier latéral occasionne secondairement des mouvements dans les orteils. En voici la raison : L'attitude normale des orteils, au repos musculaire, est le résultat de l'équilibre qui existe entre les forces toniques des muscles qui les meuvent. Or, à l'instant où le pied exécute un mouvement partiel, les conditions d'équilibre de ces forces toniques changent, et l'on voit naître quelquefois des mouvements secondaires, étrangers à celui qui est propre au muscle excité; c'est ce qui arrive, quand on met en action le triceps sural ou le long péronier latéral. Pendant l'extension du pied, les orteils prennent la forme d'une griffe, sous l'influence de l'élongation des muscles

extenseurs des orteils. Or, comme l'action de ces muscles s'exerce principalement sur les premières phalanges, — je le démontrerai par la suite, — celles-ci se relèvent, tandis que les deux dernières sont retenues par leurs fléchisseurs.

La connaissance de ces mouvements secondaires, qui se produisent pendant les contractions musculaires individuelles, est d'un grand intérêt pratique; elle aide à comprendre les mouvements secondaires qui se manifestent consécutivement à certaines contractures, et que l'on pourrait attribuer faussement à d'autres états pathologiques.

## § II. — Physiologie pathologique.

### A. — Confirmation des faits électro-physiologiques précédents, par la contracture des muscles triceps sural et long péronier latéral.

407. Je pourrais faire servir les contractures des muscles moteurs du pied à l'étude physiologique qui est le sujet de ce chapitre. Les contractures primitives, simples ou composées des muscles moteurs du pied reproduisent en effet exactement les mouvements et les attitudes que l'on obtient par la faradisation localisée. Les déformations qu'elles occasionnent, à la longue (subluxations, déformations osseuses), ne sont que les produits de l'exagération de ces mouvements. Il suffit donc de se rappeler la description des mouvements articulaires du tarse et du métatarse, produits par les contractions électro-musculaires simples ou composés, provoquées dans mes expériences, pour reconnaître ces contractures et en prévoir toutes les variétés possibles.

Ainsi, l'on a vu qu'à l'aide de la faradisation j'ai obtenu ou imité parfaitement, avec le triceps sural l'*équin varus*, avec le long péronier latéral, le *pied creux valgus* (non encore décrit), avec la combinaison de ces deux muscles, l'*équin*

*direct*. Dans des articles prochains, je montrerai que l'on produit avec le jambier antérieur le *talus varus*, avec le long fléchisseur commun des orteils le *talus valgus*, avec la combinaison des deux muscles précédents, le *talus direct*, avec le jambier postérieur, le *varus direct*, avec le court péronier latéral, le *valgus direct*, etc., etc.

Ce nouveau contrôle de mes expériences électro-musculaires sur les muscles moteurs du pied par leurs contractures ferait mieux ressortir, je le sais, l'exactitude des faits qui découlent de ces expériences.

Mais l'exposition de tous ces faits cliniques, que j'aurais représentés avec des figures lithographiées d'après nature, n'ajouterait rien à ceux que j'ai déjà fait connaître, et me ferait sortir des limites que je me suis imposées.

408. Il existe une espèce de pied-bot que j'ai appelé : *pied creux valgus par contracture du long péronier*, décrit pour la première fois dans un mémoire que j'ai adressé en 1858 à la Société de chirurgie de Paris (1). J'en dois la découverte à la connaissance exacte des mouvements propres du long péronier latéral, mouvements mis en lumière par la faradisation localisée de ce muscle.

C'est parce que la déformation produite par la contracture du long péronier confirme, de la manière la plus éclatante, les expériences électro-physiologiques faites sur ce muscle, que j'en viens montrer ici les signes objectifs sur des figures photographiées d'après nature et gravées sur bois. — Quant à la description complète de cette affection, je renvoie le lecteur à mon mémoire ou à la reproduction que j'en ai faite dans la seconde

(1) *Du pied plat valgus par paralysie du long péronier latéral et du pied creux valgus par contracture du long péronier latéral* (pied creux non encore décrit).

édition de mon livre sur l'*Électrisation localisée*, page 100. — Je me bornerai à résumer l'une des principales observations de mon travail sur la contracture du long péronier latéral, parce que la déformation spéciale produite par cette action musculaire isolée y est représentée sous toutes ses faces.

409. *Pied creux valgus par contracture du long péronier latéral.* — En mai 1857, E. Dickman était affectée, vers l'âge de neuf ans, de mouvements choréiques, légers, du côté



Fig. 63. — Avant le traitement (*).

gauche. Elle en fut guérie par la gymnastique, mais son pied ne tarda pas à se dévier et à tourner en dehors. Elle me fut adressée par M. Bouvier, en mai 1858, et je pus constater, chez elle, l'existence d'un pied creux valgus, par contracture du long péronier latéral, dont voici les principaux caractères :

1° La voûte plantaire B, fig. 63 et 64, était beaucoup plus

(*) Les figures 63, 64, 66 et 68 représentent, sous différents aspects, le pied gauche d'un sujet dont le long péronier latéral était contracturé depuis plus d'une année. Elles ont été photographiées d'après son plâtre et dessinées d'après les photographies.

La figure 63, représentant la face interne du pied, est destinée à montrer l'abaissement de la saillie sous-métatarsienne A, et l'augmentation de la voûte plantaire B, consécutivement à la contracture du long péronier latéral.

prononcée que la voûte plantaire du côté sain, B, fig. 65,




Fig. 64. — Avant le traitement (*).

par le fait de l'abaissement des différentes pièces osseuses




Fig. 65. — Après le traitement (**).

(*) Face externe du pied, destinée à montrer le relief F du tendon du long péronier latéral, produit par la contracture de ce muscle, et à prouver que par le fait de son abaissement, la saillie sous-métatarsienne A se trouve sur un plan inférieur à la plante du pied, et que la courbe de la voûte plantaire B est augmentée.

(**) Même pied, vu par sa face externe, à l'état normal, après le traitement.

qui constituent le bord interne de l'avant-pied. Le diamètre transversal de l'avant-pied A, C, fig. 66, avait diminué d'un demi-centimètre au niveau de la tête des métatarsiens, et avait éprouvé un mouvement de torsion sur l'arrière-pied; l'on voyait à sa face plantaire des plis cutanés D, fig. 66, obliques de dedans en dehors, et d'arrière en avant. Le pied





Fig. 66. — Avant le traitement (*).



Fig. 67. — Après le traitement (**).

était renversé en dehors sur son bord interne (voy. fig. 68, comparativement à la fig. 69).

Pendant que le pied était suspendu et au repos musculaire, l'extrémité antérieure du bord externe de l'avant-pied était plus élevée que la saillie sous-métatarsienne de 3 centimètres et demi à 4 centimètres (voy. fig. 64). Le talon n'était plus

(*) Face plantaire du pied déjà représenté de profil dans les figures 63 et 64, destinée à montrer la diminution du diamètre transversal A, C, de l'avant-pied, la torsion de cet avant-pied sur l'arrière-pied et les plis obliques D, qui se forment à la plante du pied sous l'influence de la contracture du long péronier latéral.

(**) Face plantaire du même pied à l'état normal, c'est-à-dire après la disparition de la contracture du long péronier latéral. — A comparer avec la figure 65.

dans l'axe de la jambe, il avait une direction oblique de haut en bas et de dedans en dehors. La figure 64 montre que le tendon du long péronier latéral F était saillant au-dessus de la malléole externe. Enfin l'absence de tension du court péronier, en arrière de son attache du dernier métatarsien, permettait de diagnostiquer la contracture isolée de ce muscle.

La marche, la station prolongée et même le saut ne provoquaient point de douleur, qui ne se faisait sentir d'ailleurs que lorsqu'on voulait ramener le pied à sa position normale. Le long péronier latéral s'opposait d'ailleurs à ces efforts de réduction.



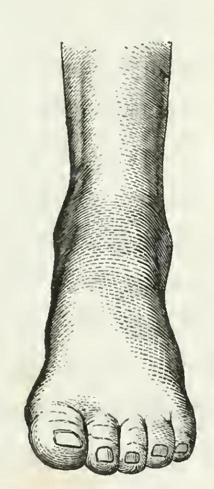




Fig. 68. — Avant le traitement (*).

Fig. 69. — Après le traitement (**).

Je songeai à expérimenter, dans ce cas, mon mode de traitement électrique; je faradisai le muscle antagoniste du muscle contracturé. En quelques séances, la contracture du long péronier latéral avait disparu; la courbe de la voûte plantaire avait diminué, et cependant le pied avait con-

(*) Même pied, représenté sous d'autres faces dans les figures 63, 64, 65, et destiné à montrer le mouvement de valgus qui lui est imprimé par la contracture du long péronier latéral.

(**) Même pied, vu de face à l'état normal, après la disparition de la contracture du long péronier latéral. — A comparer avec la figure 68.

servé son attitude de valgus. Certain, dès lors, que la résistance à cette réduction venait seulement de brides qui avaient dû se former, pendant que le pied était resté dans cette attitude vicieuse, je les rompis brusquement en pesant sur le membre en sens contraire du valgus, et la réduction fut immédiate. Cette réduction, très-douloureuse, fut maintenue par un simple bandage. Huit ou dix jours après être restée en repos et ayant conservé ce bandage, E. Dickman était complétement guérie.

On voit dans ce fait clinique que la contracture du long péronier latéral produit nécessairement l'exagération de la voûte plantaire en même temps que le valgus ; ce que, du reste, l'expérience électro-physiologique avait déjà démontré.

410. Que l'on me permette de faire remarquer en passant que ce valgus, quoique des plus prononcés et datant de deux ans, n'a jamais provoqué de ces douleurs en avant de la malléole externe, que l'on observera bientôt dans le pied plat valgus; qu'il n'a pas même occasionné le plus léger trouble dans la marche. Ce fait me semblerait démontrer que ces douleurs qui siégent au niveau de la partie antérieure et externe de l'articulation sous-astragalienne, ne sont pas produites par le valgus, mais bien plutôt par l'écrasement de certains points des surfaces de cette articulation sous-astragalienne sur laquelle porte tout le poids du corps, pendant la station, ainsi que j'en donnerai l'explication dans l'étude du pied plat valgus douloureux. Or, cet écrasement ne peut avoir lieu dans le pied creux valgus par contracture du long péronier, car alors le pied reposant sur des points normaux (le talon ou la saillie sous-métatarsienne), le poids du corps et la résistance du sol exercent principalement leur action sur l'articulation tibio-tarsienne.

Il ne faut pas croire cependant que le pied creux valgus par contracture du long péronier latéral soit toujours indolent. M. Bouvier m'en a fait observer un cas dans lequel l'abduction étant telle que le pied reposait principalement sur la face interne du scaphoïde, la peau était devenue dans ce point très-douloureuse à la pression; ce qui empêchait le sujet de se tenir debout ou de marcher. Dans deux autres cas, j'ai noté qu'il existait des douleurs de nature rhumatismale (arthralgiques) qui me paraissaient être la cause de la contracture réflexe et qui augmentaient par la marche.

411. Désirant abréger autant que possible cette étude de physiologie pathologique, fournie par la contracture du long péronier latéral, je n'exposerai pas les autres faits analogues à celui que je viens de relater. Voici en résumé les symptômes principaux que j'ai observés dans tous ces faits, et qui caractérisent le pied creux valgus par contracture du long péronier latéral : 1° abaissement de la saillie sous-métatarsienne et augmentation de la voûte plantaire (voy. A, fig. 63 et 64); 2° diminution du diamètre transversal de l'avant-pied, au niveau des têtes des métatarsiens (voy. C, D, fig. 66) et torsion de l'avant-pied sur l'arrière-pied, produisant des plis obliques à la face plantaire (voy. E, fig. 66); 3° mouvement de valgus dans l'articulation calcanéo-astragalienne (voy. fig. 68); 4° saillie du tendon du long péronier latéral au-dessus de la malléole externe (voy. F, fig. 64).

B. — Troubles dans les mouvements volontaires, consécutivement à la paralysie ou à l'atrophie du triceps sural.

412. La force normale de l'extension du pied sur la jambe est assez grande pour porter le corps et les fardeaux plus ou moins lourds dont il est chargé. La progression n'a lieu nor-

malement que lorsque sa puissance est au moins égale au poids du corps. Cette assertion est démontrée par le fait suivant :

Consécutivement à une névrite du sciatique de l'un des membres inférieurs, chez un sujet âgé d'environ soixante ans (elle avait été considérée à tort comme une névralgie), j'ai eu l'occasion d'observer un affaiblissement considérable de l'extension du pied, de ce côté ; mesurée avec mon dynamomètre, la puissance de cette extension égalait à peine 22 kil., tandis que, du côté sain, la force d'extension du pied était supérieure à 100 kil. J'ai constaté que les jumeaux étaient atrophiés et ne répondaient plus à l'excitation électrique. Le soléaire m'avait paru intact, car il possédait intégralement son volume et sa contractilité électrique. Le malade n'avait pas la force de se soulever sur la pointe du pied du membre affecté et boitait de ce côté, bien que depuis longtemps il n'éprouvât plus de douleur dans ce membre.

Tout le monde comprend que, dans ce cas, un homme de corpulence assez grande ne pouvait soulever, avec 22 kil. de force seulement, le poids de son corps sur la pointe du pied. La claudication s'expliquait aussi par l'insuffisance de la force du mouvement d'extension du pied dans l'articulation tibio-tarsienne. On sait en effet que, pendant la progression, il est un moment où, le corps reposant sur l'un des membres inférieurs, le pied est détaché du sol, du talon à la pointe, et qu'alors les muscles qui produisent l'extension du pied doivent supporter le poids du corps et le projeter en avant.

Le fait clinique précédent démontre encore le degré d'utilité ou plutôt la nécessité du concours des jumeaux, pendant la marche, et que le soléaire ne peut suffire à l'extension du pied, dans l'exercice de cette fonction.

**413.** L'atrophie complète des trois faisceaux du triceps su-

ral (des jumeaux et du soléaire) m'a permis d'étudier les mouvements propres du long péronier latéral, pendant l'extension volontaire du pied, et de constater qu'ils étaient semblables à ceux qui sont produits par la faradisation de ce muscle.

Ainsi, consécutivement à la paralysie atrophique de l'enfance, un sujet n'avait conservé de tous les muscles moteurs de l'un des pieds que le long péronier latéral et l'extenseur du gros orteil. L'extension volontaire du pied sur la jambe était peu étendue et très-faible ; ayant en effet placé sa jambe dans une position horizontale, et son pied étant maintenu fléchi à angle droit sur la jambe, il ne pouvait, à volonté, imprimer à son pied qu'un mouvement d'extension peu étendu, et je constatai qu'il n'opposait pas de résistance appréciable au mouvement de flexion que je lui imprimais. Pendant ces efforts d'extension du pied, celui-ci exécutait un mouvement de valgus très-prononcé, c'est-à-dire que le bord externe du pied était relevé et que sa pointe se portait en dehors ; mais, si tenant le pied dans ma main, je m'opposais à ce mouvement, je sentais qu'il ne se faisait pas avec force.

414. Le mouvement du valgus est la principale action que l'on ait attribuée, jusqu'à mes recherches, au long péronier latéral. A voir la faiblesse avec laquelle il produisait ce mouvement, chez mon malade, à voir aussi son peu d'action sur l'extension de son pied, je n'aurais pas soupçonné l'énorme puissance qu'il exerce normalement sur l'abaissement du bord interne de son avant-pied et de la saillie sous-métatarsienne. En effet, pendant que je maintenais solidement la moitié externe de son avant-pied, la saillie sous-métatarsienne fut abaissée avec une telle force au moment où il fit un effort pour étendre son pied, que je ne pus l'empêcher.

Que s'est-il passé dans cette dernière expérience ? En fixant

à l'aide de ma main le bord externe de son pied, j'ai remplacé l'action de son tricèps sural atrophié, muscle qui, ainsi que cela a été démontré précédemment, abaisse énergiquement cette partie. De cette manière, en fournissant un point d'appui solide à l'action réfléchie du long péronier latéral, on a vu avec quelle force ce muscle a abaissé le bord interne de son avant-pied.

J'ai observé les mêmes phénomènes dans tous les autres cas pathologiques analogues; j'en puis donc conclure que le long péronier latéral abaisse le bord interne du pied et surtout la saillie sous-métatarsienne avec une grande puissance; ce qui confirme un fait déjà démontré par l'électro-physiologie, à savoir que c'est la principale fonction qu'il est appelé à remplir, pendant l'extension du pied sur la jambe.

415. On ne saurait se faire une idée exacte de la forme imprimée à la plante et au dos du pied par le long péronier latéral, sans l'avoir vue chez les individus qui contractent isolément ce muscle, comme le sujet dont je viens de rapporter (413) la lésion musculaire. J'ai dit que, dans ce cas, le bord interne de l'avant-pied s'abaisse; que, par le fait de cet abaissement, la voûte plantaire augmente et que la saillie sous-métatarsienne se trouve placée au-dessous de la tête du second métartarsien. Mais ce bord interne de l'avant-pied exécute aussi un mouvement d'opposition, d'où résulte une sorte de torsion et d'enroulement de l'avant-pied, en vertu duquel son diamètre transversal diminue, pendant que sa face plantaire se creuse et que sa face dorsale s'arrondit transversalement.

Le mécanisme de cette diminution du diamètre transversal de l'avant-pied, et du changement de la forme des surfaces plantaire et dorsale du pied, s'explique par les mouvements articulaires des cunéiformes et des métatarsiens, opérés par

la contraction du long péronier latéral et qui seront exposés par la suite.

C. — Troubles dans la conformation du pied, consécutivement à la paralysie ou à l'atrophie du triceps sural.

416. Pendant le repos musculaire, la force tonique du triceps sural et du long péronier latéral maintient le pied dans un léger degré d'extension. L'observation clinique fait connaître combien il importe à la conservation de la forme normale de ce pied, que la puissance tonique de ses extenseurs s'exerce à la fois et également sur la première rangée des os du tarse et sur l'avant-pied.

Ainsi, consécutivement à l'atrophie du triceps sural, le long péronier latéral devenant l'unique agent de l'extension du pied (je me réserve de démontrer par la suite que physiologiquement les fléchisseurs des orteils n'exercent aucune action sur l'extension du pied), l'abaissement dans lequel la force tonique de ce dernier muscle entraîne, pendant le repos musculaire, le premier métatarsien, le premier cunéiforme et le scaphoïde sur l'astragale, tend sans cesse à s'exagérer et à augmenter la voussure du pied. En effet, l'avant-pied se courbe d'abord dans sa moitié interne, puis il se tord sur sa moitié externe, en conservant les mêmes déformations que j'ai décrites ci-dessus, et qui se produisent pendant la contraction isolée du long péronier latéral. D'un autre côté le calcanéum et l'astragale, loin de suivre l'extension de l'avant-pied, exécutent graduellement un mouvement en sens contraire, c'est-à-dire que le talon s'abaisse, ce qui augmente le creux du pied; enfin il arrive un moment où le calcanéum prend l'attitude pathologique du talus.

En un mot, le talon qui n'était plus retenu par le triceps

sural s'est abaissé, tandis que le bord interne de l'avant-pied, sollicité par le long péronier latéral, s'est incliné en sens contraire, en imprimant à la moitié interne de l'avant-pied un mouvement de torsion en dehors sur sa moitié externe. J'ai appelé cette espèce de talus : *talus pied creux tordu en dehors.* Le mécanisme de cette variété de pied creux est des plus simples, lorsque l'on connaît bien exactement les mouvements articulaires partiels produits par le long péronier latéral et par le triceps sural. — Ces mouvements articulaires seront exposés dans l'article V de ce chapitre.

Il ne faut pas confondre ce *talus pied creux tordu en dehors*, avec une espèce de *talus pied creux tordu en dedans* occasionné par l'action isolée du long fléchisseur des orteils, ni avec un autre talus pied creux direct produit par l'action simultanée du long péronier latéral et du long fléchisseur des orteils. Ces trois variétés de pieds creux, que l'on observe dans le talus, se forment également dans l'équinisme. — Ce n'est point ici le lieu d'expliquer le mécanisme de tous ces pieds creux, sur lequel je reviendrai en traitant des mouvements de flexion du pied sur la jambe, des mouvements des orteils.

417. L'inflexion continue de l'avant-pied sur l'arrière-pied place dans un état de raccourcissement certains muscles de la plante du pied (les muscles abducteur du gros orteil et court fléchisseur des orteils), ce qui produit à la longue leur rétraction ; cette rétraction est donc secondaire, ainsi que celle de l'aponévrose plantaire.

Cependant on a pris jusqu'à présent l'effet pour la cause, car on a toujours attribué l'espèce de pied creux dont il est ici question à la rétraction primitive de ces muscles. On peut puiser la preuve de ce que j'avance dans l'observation clini-

que. Ainsi, 1° j'ai constaté déjà un assez grand nombre de fois, par l'exploration électrique, l'absence complète des muscles du pied, chez des enfants qui cependant présentaient ce pied creux que j'avais vu naître, pour ainsi dire, sous l'influence des causes que j'ai signalées. 2° Je n'ai jamais observé cette variété de pied creux chez les sujets dont le long péronier latéral était paralysé ou atrophié. 3° Il n'existe aucun muscle à la plante du pied qui ait le pouvoir d'imprimer ce mouvement pathologique (c'est ce que je me réserve de démontrer, quand je traiterai des muscles qui meuvent les orteils).

En résumé, les faits et les considérations cliniques exposés ci-dessus démontrent comment les forces toniques des muscles triceps sural et long péronier latéral s'équilibrent, afin de conserver à la plante du pied sa forme normale, et font voir les désordres que celle-ci éprouve consécutivement au défaut de concours du long péronier latéral.

**D. — Troubles dans les mouvements, consécutivement à la paralysie du long péronier latéral.**

418. De même que l'absence du triceps sural vient de montrer la faiblesse du mouvement d'extension exercée par le long péronier latéral sur l'arrière-pied et sur le bord externe de l'avant-pied, de même la paralysie du long péronier latéral fait ressortir la puissance d'action du triceps sural sur ces dernières parties du pied.

Cependant, malgré cette puissance énorme du triceps sural, la paralysie du long péronier latéral suffit pour occasionner de grands désordres dans la marche et dans la station, désordres que les faits déduits de l'expérimentation électro-physiologique font pressentir.

Afin de faire ressortir le degré d'utilité du long péronier latéral, je vais exposer, avec quelques détails, les principaux troubles fonctionnels que j'ai observés chez un sujet qui était privé de son concours.

En août 1855, M. le professeur Laugier voulut bien soumettre à mon observation un malade qui était entré dans son service à l'Hôtel-Dieu, afin de se faire soigner de plusieurs durillons très-douloureux, situés sur le bord externe de la plante du pied droit, et qui l'empêchaient de marcher. Depuis près d'une année, il ne pouvait faire une longue course sans se fatiguer et sans ressentir des douleurs et des engourdissements dans la plante du pied. Cet état avait augmenté progressivement, jusqu'à l'empêcher de marcher et de s'appuyer longtemps, pendant la station debout, sur la jambe du côté malade. Depuis quelques mois seulement il avait vu se former des durillons très-douloureux à la plante du pied; ce qui l'avait forcé d'entrer à l'hôpital. — Voici les symptômes qu'il présentait, lorsque je l'ai observé : Il disait n'éprouver aucune faiblesse dans la jambe ni dans le pied; au premier abord, il eût été difficile de soupçonner, chez lui, l'existence de la moindre paralysie. En effet, il fléchissait le pied avec force, soit directement, soit en lui imprimant des mouvements de latéralité; ce qui prouvait, ainsi que je le démontrerai par la suite, l'intégrité du jambier antérieur et de l'extenseur commun des orteils; le pied étant fléchi à angle droit, il exécutait librement les mouvements d'adduction ou d'abduction directs, dus au court péronier latéral ou au jambier postérieur; il étendait le pied avec une grande puissance, et l'on voyait que ce mouvement se passait alors dans l'articulation tibio-tarsienne; on sentait le tendon

d'Achille se tendre énergiquement. Son triceps sural était évidemment sain; mais, dès qu'on cherchait à s'opposer à l'extension de son pied, en plaçant alternativement la main sur l'extrémité antérieure du cinquième et du premier métatarsien, on sentait que le bord interne de son avant-pied cédait à la moindre résistance de bas en haut, tandis que le cinquième métatarsien repoussait avec une grande énergie la main qui lui était opposée.

A ces symptômes, — qu'on a vu se reproduire exactement par la faradisation localisée du triceps sural, — on reconnaît le défaut d'action, ou, en d'autres termes, la paralysie du long péronier latéral. L'expérience suivante prouve l'exactitude de ce diagnostic : Au moment où le premier métatarsien cédait si facilement à la résistance qui lui était opposée de bas en haut, pendant l'extension du pied, faite volontairement par le malade, je faradisai son long péronier latéral dont la contractilité était normale, et l'on vit immédiatement son premier métatarsien s'abaisser et repousser énergiquement la main qui agissait sur lui en sens contraire. —Pendant son extension volontaire, le pied malade était porté dans l'adduction et sa face plantaire regardait en dedans ; mais, au moment où je joignis à ces efforts volontaires le concours de la contraction artificielle du long péronier latéral, le pied s'étendit en masse directement ou en se portant dans l'abduction si j'augmentais l'intensité du courant d'induction. (On se rappellera que précédemment, faisant contracter le triceps sural isolément, j'ai imité le mouvement pathologique décrit pendant l'extension volontaire du pied, et que j'ai obtenu l'extension directe de ce pied en excitant à la fois le triceps sural et le long péronier latéral.

Voici maintenant les troubles fonctionnels qui étaient occa-

sionnés, chez ce malade, par la paralysie de son long péronier latéral. La voûte plantaire avait presque entièrement disparu, de sorte que, dans la station debout, le pied était posé à plat sur le sol, et que son bord interne était en contact avec lui dans toute sa longueur; ce pied avait enfin la même attitude que dans le valgus, c'est-à-dire qu'il semblait ne reposer que sur son bord interne et qu'il était dans l'abduction, bien que réellement le premier métatarsien ne pût être appliqué solidement contre le sol; mais, à l'instant où l'extension du pied se produisait, soit que, pendant la marche, le pied dût se détacher du sol, du talon à la pointe, soit que le malade voulût se tenir sur la pointe du pied, celui-ci ne reposait plus sur le sol que par son bord externe, la tête du premier métatarsien restant élevée de 1 à 2 centimètres, malgré les efforts volontaires faits par le sujet pour l'abaisser; on voyait seulement alors le gros orteil, au-dessous et en dedans duquel existait un durillon, s'infléchir fortement. Pendant cette attitude du pied, le malade éprouvait de vives douleurs au niveau du bord externe du pied, où existaient les durillons. Il me disait en outre qu'avant l'apparition de ces durillons il se sentait peu solide sur sa jambe; qu'il ne pouvait se tenir sur elle aussi bien que sur celle du côté sain, et qu'après avoir fait une longue marche, il éprouvait de la fatigue, un engourdissement dans la plante du pied et une douleur en avant et en dedans de la malléole externe.

Dans l'un des cas de paralysies du long péronier latéral qui ont été exposés dans mon mémoire des archives, j'ai observé les troubles apportés dans l'exercice de l'équitation par cette paralysie locale. Ainsi, il était impossible au cavalier atteint de cette affection de maintenir solidement son pied dans l'étrier, ni d'éperonner son cheval. Il suffit de se rappeler les fonc-

tions de ce muscle pour rendre raison de ces troubles fonctionnels.

Dans le désir d'être concis, je ne rapporterai pas les autres cas de paralysie ou d'atrophie du long péronier latéral que j'ai observés, en assez grand nombre, chez l'enfant comme chez l'adulte, et qui, en résumé, ont présenté l'ensemble des troubles fonctionnels exposés précédemment, à savoir : 1° le renversement du pied sur son bord interne, pendant son extension volontaire ; 2° l'aplatissement de la voûte plantaire ; 3° l'impossibilité d'appliquer solidement la saillie sous-métatarsienne sur le sol, et de se tenir solidement en équilibre sur le pied malade ; 4° de la fatigue et même de la douleur dans la plante du pied, en avant et en dedans de la malléole externe, après une marche un peu longue ; 5° enfin des durillons douloureux qui se développent, à la longue, sur le bord externe de la plante du pied, surtout au niveau de la tête des deux derniers métatarsiens et au-dessous et en dedans de la première phalange du gros orteil.

La plupart de ces phénomènes pathologiques ne sont que la confirmation des faits qui sont démontrés par l'expérimentation électro-physiologique : les uns et les autres s'expliquent mutuellement. Il importe maintenant de faire ressortir leur signification, au point de vue physiologique.

419. Pourquoi donc est-il si difficile de se tenir sur la pointe du pied, lorsqu'on est privé du concours du long péronier latéral ? Ce n'est certes pas la force d'extension des deux derniers métatarsiens sur lesquels le pied repose alors, qui fait défaut, car ces deux os sont puissamment entraînés, par le triceps sural, dans l'extension avec le calcanéum auquel le ligament calcanéo-cuboïdien inférieur les relie solidement.

C'est parce que, dans la station sur la pointe du pied, dans la marche, dans la course, dans le saut, pour porter le poids du corps, l'extrémité du pied doit nécessairement appliquer fortement contre le sol la saillie sous-métatarsienne qui devient son talon antérieur, dès que le talon postérieur (le calcanéum), s'en est détaché.

En effet, toute pression exercée de bas en haut sur la saillie sous-métatarsienne n'agit que sur l'articulation tibio-tarsienne et en produit la flexion; or, pendant la station sur la pointe du pied, la nature a opposé le triceps sural, l'un des plus puissants de tous muscles, aux forces qui tendent à opérer cette flexion, par exemple le poids du corps d'une part et la résistance du sol de l'autre. Mais si, par le fait de la paralysie du long péronier latéral, il arrive que, pendant cette station debout sur l'extrémité du pied, la marche, etc., la saillie sous-métatarsienne ne pouvant plus être abaissée, au moment où se produit le mouvement d'extension dans l'articulation tibio-tarsienne, s'il arrive, dis-je, qu'alors l'extrémité du pied ne puisse plus appuyer sur le sol que par son bord externe, la pression de bas en haut qui s'exerce sur ce bord externe de l'avant-pied met en mouvement l'articulation calcanéo-astragalienne beaucoup plus fortement que l'articulation tibio-tarsienne, de telle sorte que le pied tend à être renversé en dehors et prend la forme et l'attitude du valgus. Alors, il est vrai, le sujet oppose instinctivement à ce mouvement pathologique l'action de son jambier postérieur. Mais ce muscle, se trouvant dans des conditions défavorables ou n'étant pas assez puissant pour supporter longtemps le poids du corps, ne peut empêcher bientôt le pied de tourner en dehors, dans l'articulation calcanéo-astragalienne; de là une certaine difficulté de se tenir en équilibre sur la pointe

du pied, de là aussi la grande fatigue et même les douleurs éprouvées, dans ce cas, par les malades, au niveau des articulations de l'arrière-pied, pendant la marche et la station.

420. Un mot d'explication sur la cause de ces dernières douleurs et sur les contractures réflexes qu'elles provoquent dans quelques muscles voisins. Pendant ce mouvement de torsion qui, dans les conditions que je viens de faire connaître, est imprimé à l'articulation calcanéo-astragalienne, sans que le jambier postérieur puisse s'y opposer efficacement, le bord antérieur de la facette articulaire postérieure de l'astragale appuie fortement contre la fosse triangulaire qui, à la face supérieure du calcanéum, termine antérieurement la rainure destinée à recevoir le ligament interosseux. Il en résulte une sorte d'écrasement des tissus (ligament interosseux, nerf, etc.) qui se trouvent entre ces surfaces osseuses. C'est cet écrasement de l'articulation calcanéo-astragalienne, produit par le poids du corps d'une part et par la résistance du sol de l'autre, qui provoque, à la longue, ces douleurs vives, siégeant en avant et au-dessous de la malléole externe, douleurs qui augmentent ou reviennent après la marche et la station.

Cette irritation de l'articulation calcanéo-astragalienne provoque presque toujours en même temps, par une sorte d'action réflexe, la contracture de quelques muscles (de l'extenseur commun des orteils et du court péronier latéral). Ce qui me semble démontrer l'exactitude de cette explication, c'est que ces douleurs disparaissent, dès que le long péronier latéral recouvre son action sous l'influence de la faradisation localisée. Les sujets possédant alors le pouvoir d'appliquer fortement leur saillie sous-métatarsienne contre le sol, pendant la marche ou la station, la résistance du sol,

ou se fait moins sentir sur l'articulation calcanéo-astragalienne, ou n'agit plus que sur l'articulation tibio-tarsienne.

421. Quelques physiologistes ont professé que, pendant la station ou la marche, l'extrémité antérieure du pied de l'homme appuie sur le sol autant, sinon plus, par son bord externe que par son bord interne. La pathologie, on l'a vu, vient de leur donner un éclatant démenti, en montrant les désordres fonctionnels considérables qui sont la conséquence inévitable de l'impossibilité d'appliquer solidement la saillie sous-métatarsienne contre le sol, pendant la marche et la station.

Cette question physiologique ne pouvait être résolue que par l'observation clinique, à laquelle je donne ici une si grande place. Elle est tellement importante que je vais continuer cette étude physiologique, dans les deux sous-paragraphes suivants, E, F.

E. — **Déformation du pied consécutivement à la faiblesse ou à la paralysie du long péronier latéral.**

422. Consécutivement à l'affaiblissement ou à l'abolition de la force tonique du long péronier latéral, la voussure du pied s'efface plus ou moins, et l'on voit même se former, à la longue, un pied plat. Chez les sujets dont il a été question ci-dessus, la voussure du pied qui avait perdu son long péronier latéral avait considérablement diminué. J'ai vu naître, pour ainsi dire, le pied plat, chez des enfants dont le long péronier latéral avait été détruit par la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance.

Il ressort donc de l'observation clinique, de même que de l'expérimentation électro-physiologique, que le long péronier latéral est le seul muscle qui maintienne l'extrémité antérieure du premier métatarsien abaissée au niveau d'un plan

inférieur à celui du second métatarsien, au devant duquel il se place. On conçoit dès lors que, consécutivement à la perte de ce muscle, le premier métatarsien soit attiré peu à peu en haut par la force tonique de son antagoniste, le jambier antérieur, et que la voussure plantaire finisse par disparaître : c'est ainsi que se forme le pied plat accidentel.

Cette déformation de la voûte plantaire qui est destinée à protéger les nerfs plantaires est fâcheuse ; dans ces conditions en effet, le pied s'appliquant à plat sur le sol, pendant la station et la marche, la compression inévitable de ces nerfs y occasionne ordinairement de l'engourdissement, des fourmillements et de la fatigue.

423. Consécutivement aussi à la paralysie du long péronier latéral, le pied affecte progressivement l'attitude du valgus. Au premier abord, ce fait semble en contradiction avec ce que l'on sait du mode de formation des pieds bots produits par les paralysies. Combien de fois m'a-t-on objecté que le long péronier latéral étant abducteur du pied, sa paralysie devrait produire, au contraire, un varus! Il a été démontré, en effet, que, dans ce cas, le varus a lieu dans la moitié antérieure du pied, pendant le repos musculaire, par le fait de la prédominance du jambier antérieur, et qu'il s'exagère encore, c'est-à-dire que tout l'arrière-pied prend aussi l'attitude du varus, pendant l'extension volontaire du pied, par la contraction isolée du triceps sural.

Mais le valgus est secondaire dans la paralysie du long péronier latéral ; il est produit mécaniquement, pendant la station ou la marche, par la pression du sol contre le bord externe du pied, pression qui fait glisser les facettes articulaires du calcanéum sur celles de l'astragale, de telle sorte que le pied se renverse sur son bord interne. Ce renversement

du pied est nécessairement accompagné d'un mouvement d'abduction de ce dernier et de la saillie de la malléole interne. Le mode de production de cette espèce de valgus est des plus faciles à expliquer, puisqu'il a été démontré que, dans ce cas, le bord externe du pied sur lequel repose le corps, pendant la station, se trouve en dehors de l'axe fictif du membre inférieur. Le mécanisme de ce phénomène pathologique a été longuement exposé précédemment (314).

424. Il me reste à dire quelques mots sur la courbe à convexité inférieure de la plante du pied, que l'on observe dans certains pieds plats anciens.

Le seul ligament qui, à la face plantaire, unisse très-solidement le tarse au métatarse, c'est le ligament calcanéo-cuboïdien inférieur, le plus puissant de tous les ligaments. Mais ce ligament ne relie entre eux que le calcanéum, le cuboïde et les deux derniers métatarsiens, tandis que les autres ligaments de la face plantaire, situés en dedans de lui, et qui vont du tarse au métatarse, sont comparativement d'une faiblesse extrême et incapables de supporter longtemps le poids du corps, sans céder et s'allonger.

Le long péronier latéral supplée heureusement à ce défaut de solidité ligamenteuse entre l'arrière-pied et le bord interne de l'avant-pied dont il est réellement le ligament actif. Mais dès que ce muscle est paralysé ou que son action a été affaiblie, l'avant-pied ne pouvant plus être appliqué solidement contre le sol que par son bord externe, c'est la résistance du ligament calcanéo-cuboïdien inférieur qui supporte tout le poids du corps. La solidité de ce ligament lui permet, en général, de porter cette charge. Néanmoins, on le voit céder et s'allonger à la longue, s'il existe une certaine laxité des ligaments. Alors la face plantaire décrit une courbe à con-

vexité inférieure, qui s'accroît progressivement. Le relâchement du ligament calcanéo-cuboïdien inférieur est donc un effet secondaire et non la cause du pied plat, ainsi qu'on l'a professé.

En somme, ces faits cliniques démontrent que le long péronier latéral maintient plus solidement et plus sûrement, comme ligament actif, la saillie sous-métatarsienne, lorsqu'il doit supporter le poids du corps, que le ligament calcanéo-cuboïdien inférieur, le plus fort des ligaments, qui ne peut longtemps porter cette charge sans être exposé à se laisser distendre, à la longue.

425. La connaissance du mécanisme du pied plat valgus accidentel, par défaut ou faiblesse d'action du long péronier latéral, me fit bientôt entrevoir que la même lésion musculaire devait être sinon la cause unique, du moins la cause principale du pied plat valgus congénital.

Dois-je rappeler que l'attitude ou la conformation des membres dépend, en grande partie, de l'équilibre existant entre les forces toniques des muscles qui les meuvent? Or, l'expérimentation électro-physiologique montrera bientôt (dans le prochain article), que le jambier antérieur meut le bord interne de l'avant-pied exactement en sens inverse du long péronier latéral, et que sa première action s'exerce sur la voûte plantaire. C'est ainsi que l'on me verra faire à volonté un pied plus ou moins plat du pied le plus cambré, ou un pied plus ou moins creux, chez un sujet dont la voûte plantaire est très-peu prononcée, en augmentant graduellement, par l'excitation faradique, la contraction du jambier antérieur ou celle du long péronier latéral.

Cet antagonisme parfait entre les deux muscles précédents, quant à l'action qu'ils exercent sur la voûte plantaire, étant

bien établi, il était rationnel de prévoir que la courbe de cette voûte doit être en raison directe ou inverse de la prédominance d'action de l'un ou de l'autre de ces muscles.

Cette vue de l'esprit est aujourd'hui confirmée par une longue observation clinique. J'ai en effet constaté que, dans la plupart des pieds plats valgus congénitaux, qu'il m'a été donné d'examiner, le long péronier latéral était plus ou moins affaibli ou atrophié, comparativement au jambier antérieur. Dans ce cas, le pied plat est primitif, c'est-à-dire que les enfants naissent avec un pied plat produit directement, pendant la vie intra-utérine, par la prédominance du jambier antérieur; le valgus se développe ensuite secondairement, lorsque les enfants commencent à marcher, parce que, pendant la station ou la marche, l'avant-pied appuyant davantage sur son bord externe, l'articulation calcanéo-astragalienne est incessamment sollicitée à se mouvoir de manière à renverser le pied sur son bord interne. — Je n'ai pas à revenir sur le mécanisme de ce valgus congénital, qui est le même que celui du pied plat valgus accidentel, exposé déjà ci-dessus.

En résumé, ces faits cliniques font ressortir l'importance du rôle rempli par la force tonique du long péronier latéral, au point de vue de la conformation normale de la voûte plantaire.

F. — Démonstration, par des faits thérapeutiques, de l'action individuelle et des usages du long péronier latéral.

426. Le problème physiologique qui est le sujet principal de cet article, c'est-à-dire la fonction du long péronier latéral, intéresse tant la station, la marche et la conformation du pied, que je crois utile d'exposer ici des faits thérapeutiques qui compléteront la démonstration de ce problème, en grande partie résolu cependant par le concours de l'expéri-

mentation électro-musculaire et de l'observation pathologique; je les reproduirai ici, en raison de leur importance, dans cette question de physiologie.

*Pied plat valgus douloureux consécutif à la paralysie du long péronier latéral. — Guérison par la faradisation de ce muscle.* — Marie Paule, dix-huit ans, éprouvait, pendant la station prolongée ou la marche, des douleurs au niveau de la moitié externe et antérieure de l'articulation du pied gauche avec la jambe. En outre, son pied se renversait sur son bord interne et la pointe en était tournée en dehors. Elle portait, depuis plusieurs mois, un appareil orthopédique qui n'améliorait pas son état, lorsqu'elle me fut adressée en septembre 1858, par M. Bouvier.

Voici les phénomènes principaux qui caractérisaient alors ce pied bot : absence complète de voûte plantaire; renversement du pied en dehors et saillie considérable de la malléole interne; convexité du bord interne du pied, avec saillie au niveau du scaphoïde. Des durillons existaient en dehors et en avant de l'avant-pied, en dedans et au-dessous de la première phalange du gros orteil, tandis qu'au niveau de la saillie sous-métatarsienne du gros orteil, la peau était parfaitement lisse. Les muscles extenseurs des orteils et court péronier latéral étaient contracturés. Sous l'influence de la faradisation, le long péronier latéral gauche se contractait très-faiblement, tandis qu'à droite le même courant faisait entrer énergiquement ce muscle en action et exagérait la courbure de la voûte plantaire.

Le 7 septembre, j'ai commencé le traitement par la fadarisation localisée du long péronier latéral. Dès ce moment, j'ai ordonné de ne plus porter l'appareil orthopédique:

En quelques jours, les douleurs ont disparu. Après douze séances, le long péronier latéral gauche s'est contracté énergiquement et a abaissé considérablement le bord interne de l'avant-pied. Pendant le repos musculaire, la voûte plantaire commençait à se dessiner notablement. Cette amélioration augmentait progressivement sous l'influence de la faradisation; cependant le pied restait renversé.

Des brides ou un certain degré de raccourcissement des ligaments me semblaient être la cause principale de la persistance de ce valgus; voici ce que je fis immédiatement. La face interne de la jambe reposant sur un plan solide, j'exerçai progressivement sur la face dorsale et externe du pied une forte pression en sens inverse du valgus. En peu de temps, le pied fut amené dans l'adduction. Cette réduction, qui fut très-douloureuse, fut maintenue aussi longtemps que possible, lorsque la malade n'en était pas empêchée par son travail. Enfin, après une soixantaine de séances de faradisation, pratiquées à des intervalles assez éloignés, la guérison a été complète et s'est maintenue jusqu'à ce jour (1866). La voûte plantaire a recouvré sa courbe normale; les durillons anormaux ont disparu; tandis que l'épiderme est devenu rude et épais, au niveau de l'extrémité antérieure des deux premiers métatarsiens.

427. Le fait thérapeutique précédent (l'un de ceux dont la faradisation ait le plus à s'enorgueillir, à juste titre, puisque c'est à son application que l'on devra la connaissance du mécanisme du pied plat, l'indication thérapeutique à remplir et souvent la guérison de cette infirmité), ce fait, dis-je, démontre, de la manière la plus complète, l'exactitude de la théorie que j'ai exposée précédemment sur le mécanisme du

pied plat et sur les troubles fonctionnels qu'il occasionne dans la station et dans la marche.

En effet, j'avais attribué à la paralysie ou à la faiblesse du long péronier latéral le pied plat et l'impossibilité ou la difficulté d'abaisser avec force la saillie sous-métatarsienne, ce qui avait forcé, conséquemment, le bord externe et inférieur de l'avant-pied de s'appliquer sur le sol, pendant la station et la marche. Je disais que, par le fait de ce faux point d'appui de la base de sustentation, le poids du corps, d'une part, la résistance du sol, de l'autre, avaient agi d'une manière vicieuse sur l'articulation calcanéo-astragalienne en sollicitant celle-ci à se mouvoir dans le sens de l'abduction, ce qui avait produit secondairement le valgus; qu'il en était résulté une pression douloureuse sur certains points des surfaces articulaires de l'astragale et du calcanéum. Je pensais que ces douleurs avaient ensuite provoqué ou entretenu, par action réflexe, des contractures musculaires qui aggravaient le valgus; enfin les durillons anormaux me semblaient être produits par les faux points d'appui sur le sol.

Eh bien! s'il était vrai que ces troubles fonctionnels fussent la conséquence de la paralysie du long péronier latéral, la guérison seule de cette paralysie devait les faire disparaître. C'est, en effet, ce qui est arrivé dans le cas dont je viens d'exposer la relation.

428. On a sans doute remarqué que l'heureuse influence du développement progressif de la force du long péronier latéral s'est rapidement annoncé par la cessation des douleurs, par le retour de la voûte plantaire, etc., bien que le valgus fût encore maintenu par d'anciennes brides. C'est que le pied pouvant alors, grâce au retour de la force du long péronier latéral, reposer, pendant la marche et la station, sur la saillie

sous-métatarsienne, ce pilier antérieur de la voûte plantaire, le poids du corps et la résistance du sol agissaient principalement sur l'articulation tibio-tarsienne et ne produisaient plus l'écrasement des tissus placés entre les surfaces de l'articulation sous-astragalienne et les surfaces correspondantes du calcanéum, comme lorsque le pied appuyait sur son bord externe. On a vu qu'il a suffi ensuite de quelques manœuvres de reboutage, pour détruire les brides ou les rétractions ligamenteuses qui entretenaient le valgus. Si ce valgus enfin ne s'est plus reproduit, quoique la malade ne portât point d'appareil et continuât de marcher; c'est parce que la cause productrice principale de ce valgus, la station sur le bord externe du pied, n'existait plus.

429. La réduction du valgus, par la section des muscles rétractés ou à l'aide de certaines manœuvres, quand il n'y a que des contractures ou des résistances ligamenteuses, est le seul moyen thérapeutique qui ait préoccupé le chirurgien jusqu'à ce jour! Tout en reconnaissant l'utilité ou la nécessité d'en venir tôt ou tard à cette intervention de la chirurgie, le fait thérapeutique que je viens d'exposer démontre que cette déformation du pied n'est pas la maladie ou la lésion principale que l'on doive combattre avant tout; j'ajouterai que l'on est peu avancé, alors même que l'on a triomphé de cette lésion secondaire. Voici un fait qui démontre la vérité de cette assertion encore mieux que le précédent.

*Pied plat valgus douloureux, datant de deux ans, consécutif à la paralysie du long péronier latéral, — non guéri par la ténotomie, — guéri par la faradisation du long péronier latéral.* — Jean Cottereau, âgé de dix-sept ans, ressentait, depuis 1856, des engourdissements dans le pied gauche:

plus tard s'ajoutèrent, dans la jointure du pied avec la jambe, des douleurs provoquées par la station et par la marche. En même temps son pied se renversait en dedans.

En septembre 1858, il entrait à l'hôpital de la Clinique. Le valgus paraissait causé par la contracture de l'extenseur commun des orteils et du long péronier latéral. Cependant, à un examen attentif, je diagnostiquai que le court péronier latéral et l'extenseur commun des orteils étaient seuls contracturés, et que le long péronier latéral était, au contraire, paralysé.

En conséquence, M. A. Richard, qui faisait alors le service de M. Nélaton, pratiqua, d'après l'avis que je lui en avais donné, la section du court péronier latéral, *près de son attache au cinquième métatarsien* et du tendon de l'extenseur commun des orteils. Le pied fut ensuite maintenu dans un appareil, après la réduction du valgus. Le malade sortit le 20 novembre 1858, *guéri de son valgus.*

Malgré la ténotomie et la réduction de son valgus, Cotereau continuait de souffrir, pendant la station et la marche, et six semaines après sa sortie de l'hôpital, son pied avait encore l'attitude et la forme du pied plat (voyez fig. 70). A ce moment, le long péronier latéral gauche se contractait à peine sous l'influence d'un courant faradique intense, tandis que, du côté op-



Fig. 70. — Avant le traitement (*).

(*) Pied plat dont le valgus a été réduit par la ténotomie du court péronier latéral et de l'extenseur commun des orteils ; il reprenait l'attitude du valgus et devenait douloureux, comme avant l'opération, pendant la station et la marche. Ce pied plat est consécutif à la paralysie accidentelle du long péronier latéral.

posé, sa contraction était très-énergique ; et puis le pied était resté plat et le durillon sous-phalangien du gros orteil était toujours aussi développé.

Alors, j'ai faradisé le long péronier latéral paralysé. En une quinzaine de séances, les douleurs ont à peu près disparu ; le valgus ne s'est plus reproduit et la voûte plantaire a commencé à se dessiner. Enfin, après deux mois et demi de faradisation, la guérison était aussi complète que possible. Aujourd'hui la voûte plantaire (voy. fig. 71) est très-prononcée et le durillon sous-phalangien du gros orteil a complétement disparu, tandis qu'un durillon normal s'est développé au niveau de la saillie sous-métatarsienne du talon antérieur.



FIG. 71. — Après le traitement (*).

430. Tout pied plat valgus n'est pas nécessairement douloureux. J'en observe actuellement un cas remarquable, chez un ancien sergent des chasseurs à pied, excellent marcheur qui, bien qu'il eût des pieds plats valgus congénitaux, à convexité inférieure, a pu cependant faire de très-longues marches, pendant ses campagnes d'Afrique, sans jamais éprouver de douleurs dans les pieds. — On connaît d'ailleurs des races de nègres qui se distinguent par leurs pieds plats et qui n'en sont pas moins bons marcheurs.

(*) Même pied que dans la figure 70, dont la voûte plantaire a été rétablie après la guérison de la paralysie du long péronier latéral par la faradisation. La saillie sous-métatarsienne (talon antérieur), pouvant être abaissée puissamment pendant la station et la marche, le valgus ne s'est pas reproduit et les douleurs ont disparu.

Voici comment s'explique l'absence de douleurs, dans ces cas de pieds plats valgus au plus haut degré. J'ai démontré précédemment que tout pied plat dont l'étiologie ou la genèse se trouve dans l'action musculaire, est produit par la prédominance de force tonique du jambier antérieur qui, — on le verra plus loin, — détruit alors la voûte plantaire. Mais cette prédominance de force tonique du jambier antérieur peut être occasionnée par le développement excessif de ce muscle, alors même que le long péronier latéral possède une force normale. Dans cette circonstance, malgré le pied plat valgus qui est la conséquence forcée de cet excès d'action tonique du jambier antérieur, la saillie sous-métatarsienne peut être encore assez puissamment abaissée par le long péronnier latéral, pendant la marche, pour supporter le poids du corps qui ne repose plus tout entier sur le bord externe de l'avant-pied, comme lorsque ce muscle se trouve trop affaibli ou paralysé.

C'est justement ce qui est arrivé chez le sous-officier dont il vient d'être question, car j'ai constaté que malgré le développement excessif et la rétraction de son jambier antérieur, — ce qui avait été la cause évidente de son pied plat natif, — j'ai constaté, dis-je, que son long péronier latéral se contractait fortement, sous l'influence de la faradisation, et que pendant la marche ou la station sur la pointe des pieds, il maintenait la saillie sous-métatarsienne assez puissamment appliquée contre le sol, pour lui faire porter en grande partie le poids de son corps.

431. Les faits thérapeutiques que j'ai recueillis, prouvent la justesse de cette explication. Un individu, affecté de pieds plats valgus congénitaux au plus haut degré, n'avait jamais éprouvé, avant l'âge de trente-quatre ans, les douleurs

propres au pied plat valgus, bien qu'il eût été homme de peine et souvent chargé de faire des courses fatigantes. Mais après de trop longues marches, il a ressenti, pendant quelques semaines, les douleurs propres au pied plat valgus, qui ont été en progressant, au point de ne plus lui permettre de rester quelques minutes debout sur les pieds. Lorsqu'il s'est présenté à moi, il avait dû quitter sa place, depuis six mois. Il ne pouvait marcher sans boiter et sans éprouver de vives douleurs en avant de la malléole externe et au-dessous de la malléole interne, avec engourdissement douloureux dans la plante du pied ; ses pieds étaient des pieds plats valgus douloureux, analogues au précédent.

C'était le premier cas de valgus douloureux congénital qui venait réclamer mes soins. N'était-il pas possible que ces douleurs propres au pied plat valgus et qui ne s'étaient montrées que depuis quelques mois, fussent consécutives à un affaiblissement récent du long péronier latéral? Cette idée m'était inspirée par le rapprochement que je faisais alors de ce pied plat valgus douloureux congénital avec le pied plat valgus douloureux accidentel.

Si cette vue de l'esprit était fondée, la faradisation du long péronier latéral pouvait, en lui restituant sa force, faire disparaître les douleurs provoquées par la marche et la station. J'en ai fait l'expérience, chez le sujet dont il est question. Après la première séance, la douleur produite par la station debout et la marche avait déjà notablement diminué ; en une douzaine de séances la guérison était complète. Depuis lors cet individu a bien marché, sans douleurs et sans fatigue : c'est ce qu'il m'a appris un an après, en venant réclamer mes soins pour une névralgie sciatique dont il venait d'être affecté.

J'ai renouvelé bien des fois cette expérience thérapeutique :

je déclare qu'il n'est pas un pied plat valgus congénital, par faiblesse ou paralysie du long péronier latéral, chez lequel je n'aie vu la douleur spéciale à cette conformation du pied et provoquée par la station ou la marche, disparaître rapidement, sous l'influence de la faradisation du long péronier latéral. Les malades ont remarqué qu'ils appuyaient mieux alors sur le sol l'extrémité interne et antérieure de l'avant-pied.

Des faits précédents, je conclus que la principale fonction du long péronier latéral est de maintenir la saillie sous-métatarsienne solidement abaissée, de telle sorte que le corps puisse être supporté par cette espèce de talon antérieur, pendant la marche.

432. C'est parce que ces principes physiologiques ont été méconnus jusqu'à ce jour, que le traitement chirurgical d'un grand nombre des pieds plats valgus douloureux a été si mal dirigé. Ainsi l'on a pratiqué la ténotomie des long et court péroniers latéraux, dans le but de réduire le valgus, sans en obtenir la guérison, car il fallait avant tout, ainsi que je l'ai démontré, rendre ou donner au long péronier latéral une force suffisante.

J'ai développé cette proposition importante dans une discussion que j'ai soutenue contre Bonnet (de Lyon), qui l'avait combattue dans ses leçons cliniques (1).

433. La voûte plantaire protége incontestablement les nerfs, les vaisseaux et même les tendons qui rampent à la partie interne de la face plantaire du pied, contre la compression

(1) *Réfutation des objections de Bonnet (de Lyon), contre les principes physiologiques exposés dans ce travail; Électrisation localisée*, p. 813. — *Du pied plat valgus douloureux*, clinique chirurgicale de M. Bonnet (de Lyon), par le docteur Delore, ancien chef de clinique chirurgicale (*Bulletin de thérapeutique méd. et chir.*, t. CIV, p. 480 et 535).

exercée par la résistance du sol et par le poids du corps, pendant la station et la marche ; mais, à ce point de vue, on lui a donné une trop grande importance.

A l'appui de cette assertion, je vais montrer que l'on a vainement espéré guérir ou améliorer des pieds plats congénitaux, chez des jeunes sujets, en leur formant une voûte plantaire, à l'aide de moyens mécaniques.

En 1862, j'ai été appelé à donner mon avis sur des troubles fonctionnels dont une jeune personne souffrait, pendant la

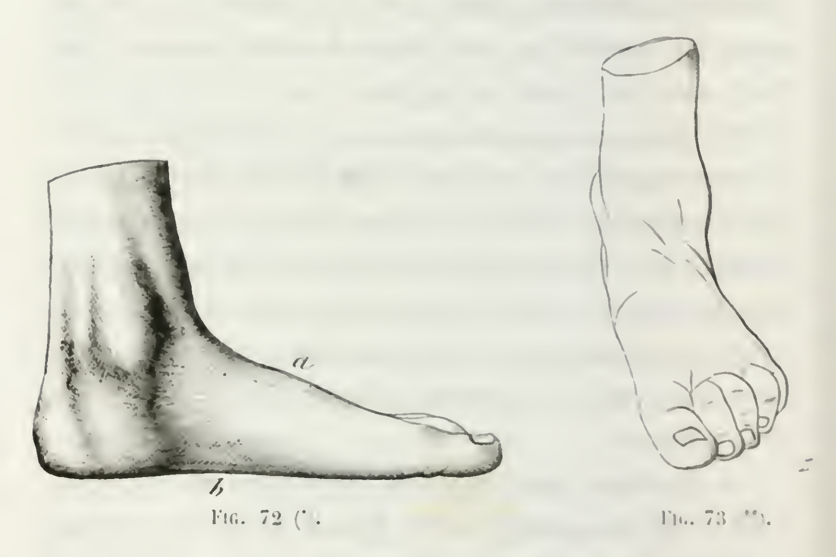


FIG. 72 (*). FIG. 73 (**).

marche. Lorsqu'elle se tenait debout ou si elle marchait, ses pieds prenaient l'attitude et la forme du pied plat valgus des mieux caractérisés (voy. les figures 72, 73). Elle ne tardait pas à éprouver un engourdissement de la plante du pied, de la fatigue et des douleurs au niveau et en avant de la malléole externe, surtout si la marche était un peu trop prolongée. Ce-

(*, **) Pied droit d'une jeune fille, devenant plat (fig. 72), et valgus (fig. 72), pendant la station debout et la marche. — Le long péronier latéral de ce pied était très-faible.

pendant lorsque ses pieds n'étaient plus appliqués sur le sol, lorsqu'ils étaient abandonnés au repos et à leur propre poids, ils perdaient leur attitude de valgus (voy. fig. 75), et la courbe de la voûte plantaire paraissait normale (voy. *b*, fig. 74).

Eh bien! cette voûte plantaire était artificielle. La jeune fille avait eu en effet un pied plat congénital, aussi plat que dans la figure 72. Mon ami, M. Bouvier, lui avait fait porter des sandales dont les semelles présentaient une courbe

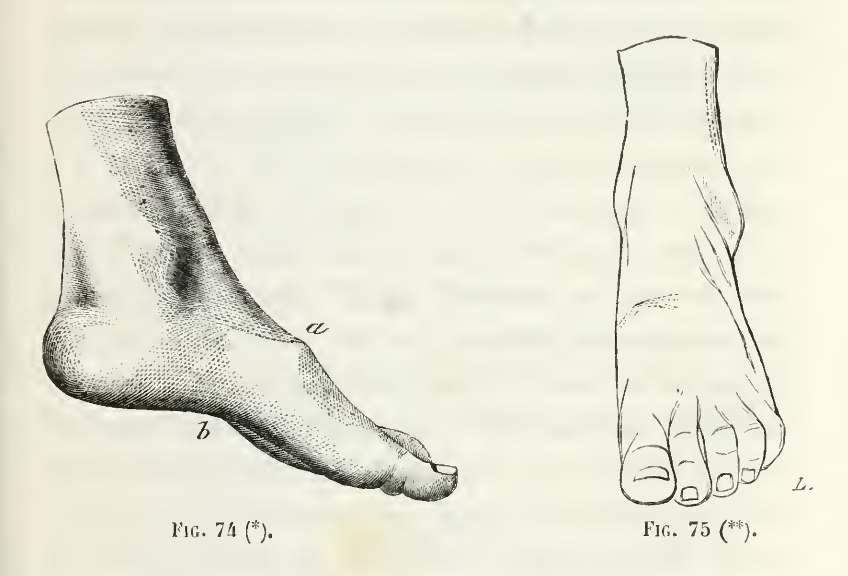



Fig. 74 (*). Fig. 75 (**).

à convexité supérieure, dans le point correspondant au siége habituel de la courbe tarso-métatarsienne, et pendant que cette sandale était solidement fixée au pied, une dépression de haut en bas était exercée sur l'extrémité phalangienne des

(*, **) Même pied que dans les figures 72 et 73, avec une voûte plantaire normale, *b*, fig. 74, et sans valgus, fig. 75, quand il ne repose pas sur le sol, soit pendant la station debout, soit pendant la marche. — Cette voûte plantaire, *b*, fig. 74, a été obtenue à l'aide de moyens orthopédiques; antérieurement ce pied était plat de naissance, comme dans la figure 72. Malgré la formation artificielle de cette voûte plantaire, le pied n'en devient pas moins plat et valgus, comme dans les figures 72 et 73, pendant la station et la marche.

deux premiers métatarsiens, à l'aide d'une courroie attachée à la sandale. C'est ainsi que l'on avait obtenu progressivement la voûte plantaire représentée dans la figure 74.

L'histoire de ce traitement ne m'avait pas été communiquée, lorsque cette jeune personne me fut adressée par M. Bouvier. Cependant je reconnus aux signes suivants que très-probablement cette voûte *b*, fig. 74, avait été obtenue artificiellement. Je remarquai, en effet, au niveau de la face dorsale de l'articulation du premier cunéiforme avec le premier métatarsien, une saillie angulaire *a*, fig. 74, dont voici la cause. La pression exercée de haut en bas sur l'extrémité phalangienne du premier métatarsien par la courroie qui était fixée à la sandale, n'avait porté son action que sur cette articulation. Le ligament dorsal de celle-ci s'était laissé distendre progressivement, en permettant ainsi au premier métatarsien de former une voûte plantaire par son abaissement beaucoup plus prononcé à son extrémité phalangienne. Mais ce mouvement de haut en bas du premier métatarsien avait été forcé et exagéré dans son articulation avec le premier cunéiforme, et il en était résulté un commencement de subluxation en bas du premier métatarsien et conséquemment la saillie *a*, fig. 74, formée par le rebord antérieur et supérieur du premier cunéiforme. Cette saillie osseuse était douloureuse à la moindre pression exercée par la chaussure, et il s'était formé déjà un durillon au-dessus d'elle.

La conformation du pied y avait certainement gagné, au point de vue esthétique, — ce qui n'était pas, j'en conviens, sans quelque importance pour cette jeune personne qui appartient à l'aristocratie. — Mais on a vu que cette voûte plantaire artificielle, de nouvelle formation, n'avait amélioré en rien la marche, et qu'elle s'effondrait alors sous le poids du

corps, parce que son pilier antérieur, l'extrémité phalangienne du premier métatarsien, n'était pas assez solidement maintenu dans l'abaissement par le long péronier latéral qui était très-faible.

Antérieurement, j'avais obtenu des voûtes plantaires artificielles, analogues au précédent, chez des jeunes sujets, dans des cas de pieds plats congénitaux, au moyen d'une force élastique artificielle, imitant le long péronier latéral. — Cette espèce de prothèse que j'ai appelée physiologique, a été décrite ailleurs (1). J'ai constaté que cette voûte factice n'était d'aucune utilité, car elle n'empêchait pas, pendant la station et la marche, le pied plat valgus de se former, comme dans le cas précédent, et de devenir douloureux dans certaines circonstances; tandis que par la faradisation du long péronier latéral, pratiquée assez longtemps, dans le jeune âge (de six à dix ans), j'ai toujours vu non-seulement une voûte plantaire normale se former, à la longue, mais encore les troubles fonctionnels occasionnés par le valgus pied plat, se dissiper assez promptement.

## ARTICLE II.

### MUSCLES QUI FLÉCHISSENT LE PIED SUR LA JAMBE.

Les muscles qui fléchissent le pied sur la jambe sont : le jambier antérieur (*tibialis anticus*), l'extenseur commun des orteils (*Extensor longus digitorum pedis*) et l'extenseur propre du gros orteil (*Extensor proprius hallucis*).

Tirant la dénomination de ces muscles de la fonction principale qu'ils sont destinés à remplir, on pourrait, on devrait même appeler, ainsi que je l'ai déjà dit, le premier :

(1) *De l'Électrisation localisée*, 2e édit., *De la prothèse musculaire physiologique, déduite de mes recherches sur les mouvements*, p. 828.

*fléchisseur adducteur*, et le second : *fléchisseur abducteur ;* le troisième n'est qu'une dépendance du second, et le dernier n'est, pour la flexion de la jambe, qu'un faible auxiliaire du premier. C'est ce qui ressort des faits que j'ai à exposer.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

1. *Jambier antérieur.* — Pour bien observer l'action du jambier antérieur, on doit, avant d'en exciter la contraction partielle, placer le pied dans l'extension directe, c'est-à-dire dans l'attitude que lui donne la contraction synergique des muscles triceps sural et long péronier latéral. On se rappelle en effet que, dans cette attitude, non-seulement le pied est étendu en masse, mais encore que l'extrémité phalangienne du premier métatarsien est placée environ 1 centimètre et demi au-dessous de celle du second qui est recouvert en partie par elle. Alors, à l'instant où le courant d'induction est dirigé sur le jambier antérieur, on observe la série de phénomènes que je vais exposer :

1° Sous l'influence d'une excitation modérée (voy. fig. 76), la tête du premier métatarsien décrit un mouvement oblique de bas en haut et de dehors en dedans, en sens contraire de celui qui est imprimé par le long péronier latéral et qui est représenté dans la figure 64 ; elle s'élève ensuite directement. Les autres os qui forment le bord interne de l'avant-pied (le premier cunéiforme, le scaphoïde), suivent ce mouvement de bas en haut du premier métatarsien, mouvement dont le point de centre semble placé dans l'articulation scaphoïdo-astragalienne. De l'élévation du premier métatarsien résulte l'effacement ou la diminution de la voûte plantaire (voy. fig. 76 et 77).

2° Sous l'influence d'un courant plus intense (voy. fig. 76).

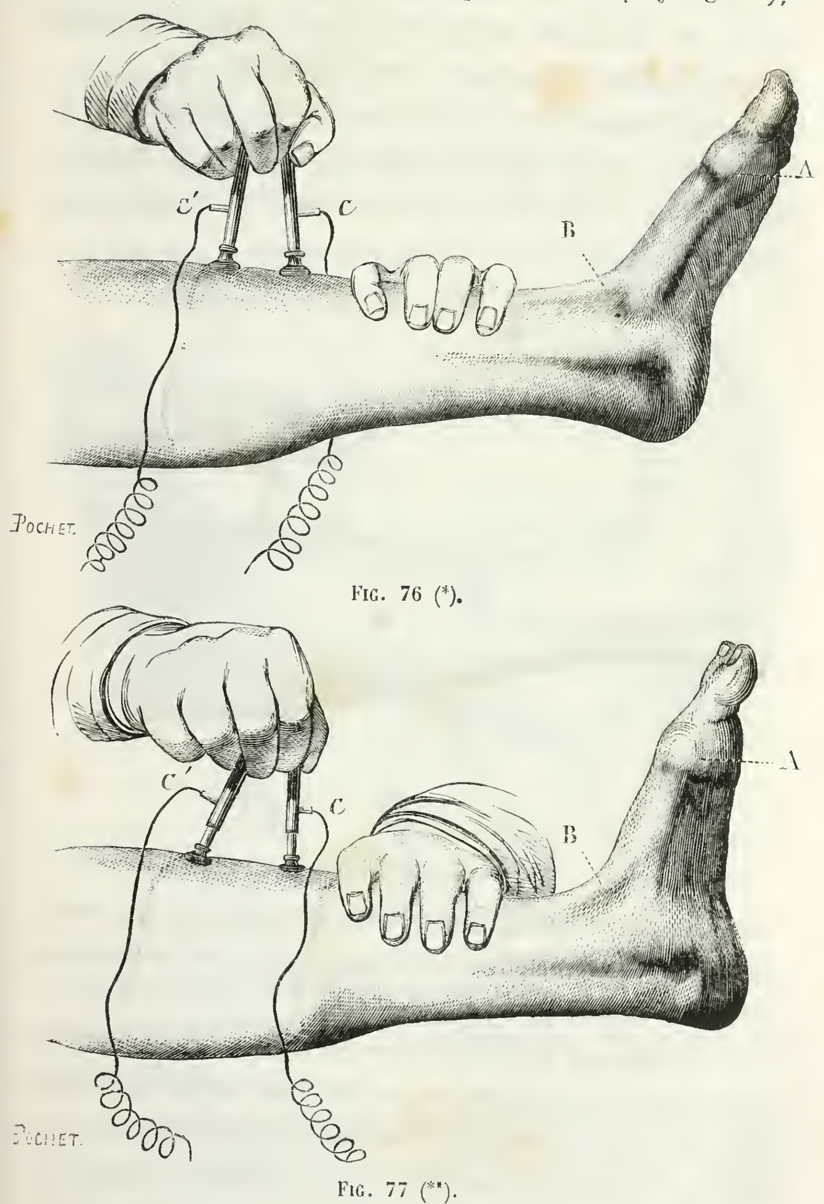



Fig. 76 (*).

Fig. 77 (**).

(*) Mouvement du pied vu par sa face interne, sous l'influence de la faradisation du jambier antérieur à un degré modéré d'excitation.

(**) Mouvement du pied vu par sa face interne, sous l'influence de la faradisation au maximum du jambier antérieur.

en même temps que le mouvement précédent se produit, le pied est fléchi en masse sur la jambe avec une grande force, puis il est porté un peu dans l'adduction.

3° La forme générale du pied se modifie, dès le début de l'action du jambier antérieur; sa face dorsale se renverse en dehors (voy. fig. 78); il prend l'attitude du varus, et au

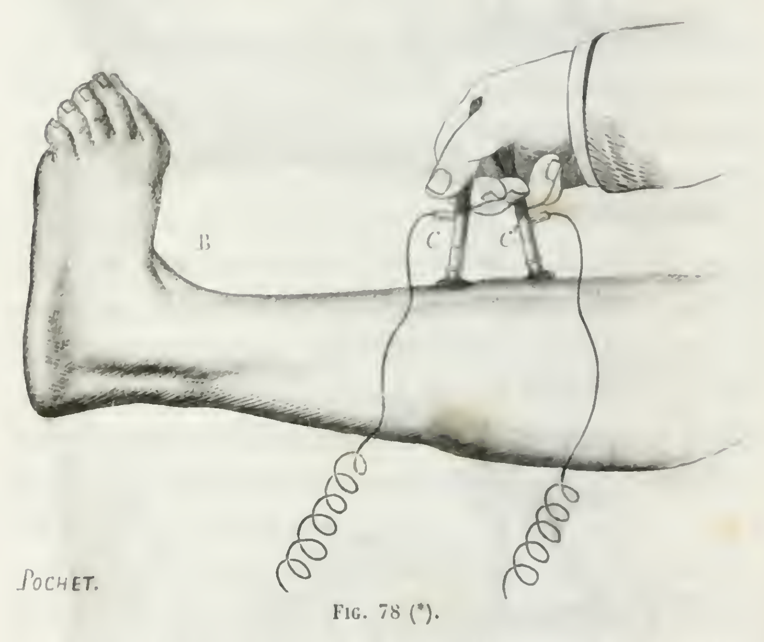



Fig. 78 (*).

maximum de la contraction du jambier antérieur, les orteils, surtout le gros orteil, s'infléchissent sur les métatarsiens (voy. fig. 77 et 78).

II. *Extenseur propre du gros orteil.* — La contraction électrique de l'extenseur propre du gros orteil, abstraction faite des mouvements qu'il imprime aux phalanges du gros orteil, produit faiblement l'adduction et la flexion du pied sur la jambe.

(*) Mouvement du pied vu par sa face externe, sous l'influence de la faradisation du jambier antérieur.

III. *Extenseur commun des orteils et péronier antérieur.* — 1° La contraction de l'extenseur commun des orteils (voy. fig. 79), provoquée par la faradisation localisée, produit la flexion du pied, en même temps que l'extension des quatre derniers orteils. (Je me réserve de revenir sur ce dernier mouvement.)

2° Pendant la flexion, le pied se porte dans l'abduction ;

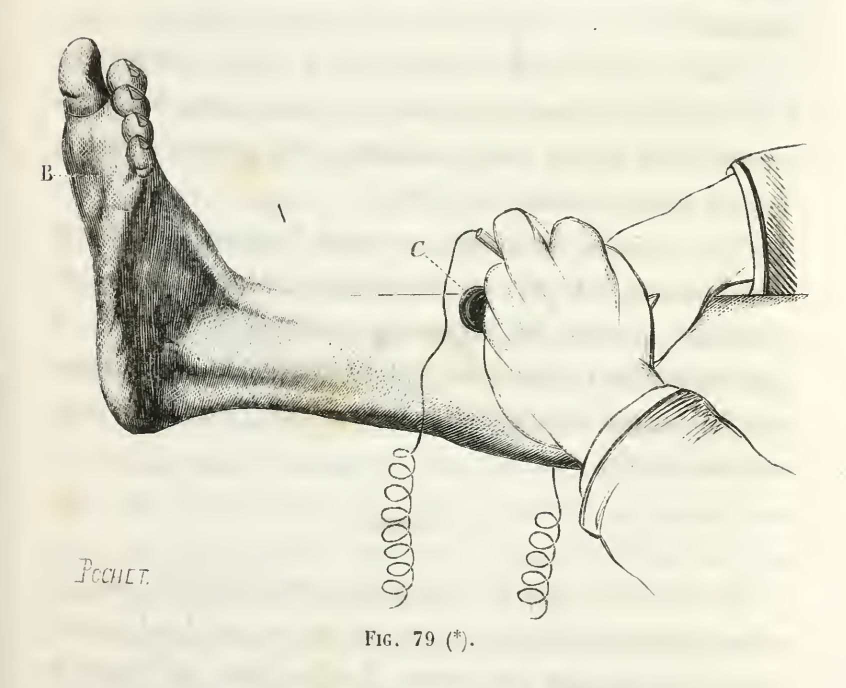



Fig. 79 (*).

son bord externe s'élève, en même temps que le talon s'abaisse proportionnellement, et la plante du pied regarde un peu en dehors.

L'étendue de ces derniers mouvements est en raison directe du degré de flexion du pied, c'est-à-dire qu'elle est proportionnée à la force de contraction du muscle excité.

(*) Mouvement du pied vu par sa face externe, sous l'influence de la faradisation de l'extenseur commun des orteils.

3° Le mouvement de flexion du pied, qui a lieu dans l'articulation tibio-astragalienne, est exécuté avec beaucoup moins de force par l'extenseur commun des orteils que par le jambier antérieur.

4° La puissance du mouvement d'abduction, propre à l'extenseur commun des orteils, l'emporte au contraire sur celle du mouvement d'adduction exercée par le jambier antérieur.

5° Enfin, pendant que le pied obéit à l'action individuelle de l'extenseur commun des orteils, les orteils sont dans l'extension; mais le gros orteil se fléchit, et le premier métatarsien est un peu abaissé (voy. 79).

6° Le péronier antérieur, — quand il existe, — ne peut ordinairement être mis en contraction indépendamment du quatrième faisceau de l'extenseur commun des orteils ; il opère la flexion en soulevant le bord externe du pied, et produit l'abduction moins énergiquement que l'extenseur commun des orteils.

B. — Remarques.

434. On savait que le jambier antérieur fléchit le pied, en même temps qu'il le renverse en dehors sur son bord externe et qu'il le porte dans l'adduction. Il n'était donc pas besoin de l'expérimentation électro-physiologique pour justifier la dénomination de *fléchisseur adducteur* que j'ai proposé de lui donner. Mais, en vertu de quels mouvements articulaires l'adduction propre au jambier antérieur se produit-elle? Quelles sont la force et l'étendue de l'adduction produite par ce muscle, comparativement au même mouvement d'adduction dû à l'action individuelle des autres muscles, et surtout du jambier postérieur? Avec quelle puissance fléchit-il le pied dans l'arti-

culation tibio-astragalienne, comparativement à l'extenseur commun des orteils? Quelle action spéciale exerce-t-il sur les articulations qui composent la moitié interne de l'avant-pied? Quels mouvements secondaires occasionne-t-il? Toutes ces questions sont importantes, au point de vue physiologique et au point de vue clinique : elles étaient cependant complétement ignorées. L'expérimentation électro-musculaire concourt puissamment à les éclairer, je le démontrerai bientôt.

435. Voulant rechercher si le jambier antérieur fait exécuter à l'avant-pied un mouvement de dehors en dedans sur l'avant-pied, j'ai tracé le contour de la plante du pied, pendant que je faisais contracter ce muscle au maximum, comparativement au contour du pied, pendant le repos musculaire. C'est à peine si j'ai trouvé un léger changement dans la ligne fictive formée par l'axe antéro-postérieur du pied. Chez quelques sujets dont le pied était très-cambré et l'articulation médio-tarsienne très-mobile, l'axe de l'avant-pied paraissait faire un angle un peu plus obtus, ouvert en dedans, avec l'axe de l'arrière-pied, lorsque le jambier était arrivé à son plus haut degré de contraction.

J'ai ensuite tracé verticalement le contour du talon à l'état de repos et pendant la contraction du jambier antérieur; il en est ressorti que, dans ce dernier cas, l'axe vertical du talon s'incline de dehors en dedans et de haut en bas. C'est ce mouvement du calcanéum qui produit l'adduction du pied, parce qu'en renversant ce dernier, il le porte en masse en dedans.

L'expérimentation électro-physiologique démontre qu'au contraire le mouvement de dehors en dedans de l'avant-pied sur l'arrière-pied est à peu près nul dans l'articulation

médio-tarsienne, pendant le mouvement d'adduction produit par le jambier antérieur.

436. La force du mouvement d'adduction propre au jambier antérieur est faible. Si en effet, au moment où l'on fait contracter énergiquement ce muscle, on s'oppose à ce mouvement d'adduction du pied, en plaçant la main sur son bord interne, on sent qu'il est exécuté faiblement.

Au contraire, le mouvement d'élévation du bord interne de l'avant-pied, sous l'influence du jambier antérieur, se fait avec une très-grande force. Ce dernier mouvement semble avoir son point de centre dans l'articulation scaphoïdo-astragalienne, lorsque l'on expérimente sur le vivant ; mais je démontrerai par la suite qu'il est le résultat d'une succession de petits mouvements articulaires du bord interne de l'avant-pied.

La flexion du pied sur la jambe, celle qui résulte du mouvement de l'articulation tibio-astragalienne, est opérée avec une grande puissance par le jambier antérieur ; on peut dire que ce muscle est à la flexion du pied ce que le triceps sural est à son extension.

437. La flexion complète du pied par la contraction isolée du jambier antérieur met dans un état de raccourcissement l'extenseur propre du gros orteil et l'extenseur commun des orteils. D'un autre côté, le long fléchisseur des orteils se trouve au contraire allongé. Il s'ensuit, comme on l'a vu dans les expériences rapportées précédemment (page 466, 3°), que ces derniers muscles maintiennent, par le fait de leur élongation, les orteils inclinés sur les métatarsiens, pendant la contraction du jambier antérieur. La flexion du gros orteil est beaucoup plus prononcée, parce qu'alors l'extrémité antérieure du premier métatarsien s'élève davantage que les autres orteils (voy. fig. 77 et 78).

De l'ensemble de ces faits, il ressort que, sous l'influence du jambier antérieur, le pied prend une forme dont on ne saurait se faire une idée exacte, sans l'avoir vue; je vais essayer cependant de décrire celle que présente sa face plantaire.

On sait que, à l'état normal, le bord interne de la face plantaire du pied (voy. fig. 80), lorsque celui-ci se trouve au repos et n'appuie pas sur le sol, présente trois courbures en sens contraire, d'arrière en avant : une première, à convexité inférieure, formée par le talon; une seconde, à convexité supérieure, constituant ce que l'on appelle la voûte plantaire; une troisième, à convexité inférieure, dépendant de l'abaissement de la tête du premier métatarsien. Eh bien! dès que la contraction du jambier antérieur élève cette tête du premier métatarsien, la convexité inférieure et antérieure du bord interne du pied disparaît, de telle sorte que la voûte du pied est remplacée par une longue courbe à convexité supérieure allant du talon à l'extrémité de la première phalange du gros orteil (voy. fig. 77).




FIG. 80 (*).

438. Quelques personnes considéreront peut-être l'extenseur du gros orteil comme un fléchisseur direct du pied, parce que le mouvement d'adduction qu'il a la faculté de produire est très-limité; cependant cette dernière action, si ce muscle était très-puissant comme fléchisseur du pied, pour-

(*) Pied vu par sa face interne, à l'état normal, au repos musculaire, et ne reposant pas sur le sol.

rait encore occasionner, bien qu'à un degré moins prononcé, des troubles fonctionnels analogues à ceux qui sont produits par le jambier antérieur. (L'observation clinique démontrera mieux que l'électro-physiologie la limite d'action de ce muscle, qui, — je puis le dire déjà, — n'est, comme fléchisseur du pied, qu'un faible auxiliaire du jambier antérieur.)

439. Les mouvements faux et l'attitude vicieuse du pied, provoqués par la faradisation localisée du jambier antérieur ; la déformation du pied, qui eût été la suite inévitable de l'action isolée de ce muscle, ainsi que les faits cliniques le démontreront bientôt, établissent la nécessité d'un autre muscle qui puisse produire la flexion directement, en se contractant synergiquement avec lui.

Puisqu'il n'existe point de muscle qui produise la flexion directe du pied sur la jambe, quel est donc celui qui, combinant son action avec celle du jambier antérieur, peut produire ce mouvement ? Ce doit être évidemment l'extenseur commun des orteils, en raison du renversement en dedans qu'il imprime au pied sur son bord interne, pendant qu'il le fléchit, et en raison du mouvement de pivot qu'il fait exécuter au grand axe du pied sur l'axe de la jambe, mouvement d'où résulte l'abduction du pied; c'est lui, dis-je, qui, exerçant cette action simultanée de flexion et de latéralité en sens inverse du fléchisseur adducteur (jambier antérieur), est nécessairement destiné à produire la flexion directe du pied, par sa contraction synergique avec celle de ce dernier muscle. Théoriquement, en effet, la résultante des deux forces qui produisent la flexion, l'une avec adduction, et l'autre avec abduction, est nécessairement la flexion directe ; théoriquement aussi, ces deux forces, dont

chacune imprime au pied un renversement en sens contraire sur son axe longitudinal, doivent maintenir ce dernier dans une position moyenne entre ces deux mouvements.

440. Il semble, au premier abord, qu'il eût été plus simple de créer un muscle qui, à lui seul, pût produire la flexion directe du pied; mais, avec un peu de réflexion, on comprend que le procédé employé par la nature est bien préférable. En effet, pendant l'exercice de ses fonctions diverses, le pied devant être porté fréquemment en dedans ou en dehors, au moment de sa flexion, l'existence de muscles fléchisseurs adducteur et abducteur était indispensable. Or, puisque la contraction synergique de ces derniers peut produire puissamment la flexion directe du pied, un troisième muscle, spécialement destiné à ce mouvement, aurait pris une place précieuse, et en aurait compliqué le mécanisme, sans nécessité.

En outre, à l'aide de deux muscles auxiliaires de la flexion et antagonistes pour les mouvements latéraux, la nature a rendu facile la flexion adductrice ou abductrice à des degrés très-variés ; elle a en outre permis, par ce moyen, les mouvements de circumduction du pied. Il suffit, pour cela que, pendant l'action synergique des deux muscles, l'un d'eux se contracte avec plus d'énergie, de manière à entraîner le pied de son côté, soit brusquement, soit graduellement.

Il est facile de démontrer, à l'aide de l'expérimentation, que les choses se passent réellement ainsi. Faradisez, en effet, le jambier antérieur, le pied s'infléchit sur la jambe, pendant que sa pointe se porte un peu en dedans et que son dos se renverse en dehors (voy. fig. 78); excitez alors en même temps l'extenseur commun des orteils avec

un second appareil d'induction, en dosant l'intensité de celui-ci de manière à produire une contraction égale dans les deux muscles, alors le dos du pied est ramené, jusqu'à ce que la flexion ait lieu directement sur le pied, et puis la plante du pied ne regarde ni en dedans ni en dehors; mais, dès que vous faites contracter plus énergiquement l'un ou l'autre muscle, le pied obéit au plus fort, c'est-à-dire qu'il se fléchit, en se portant dans l'adduction ou dans l'abduction. Il est inutile d'ajouter que, dans ces expériences, la flexion opérée simultanément par les deux muscles est beaucoup plus puissante que lorsqu'on fait contracter un seul d'entre eux.

441. On avait jusqu'à ce jour attribué aux muscles péroniers la propriété de modérer l'action adductrice du jambier antérieur, et l'on expliquait ainsi la flexion physiologique du pied, directement ou en dehors.

Mais on se rappelle qu'il est ressorti des faits exposés dans l'article précédent, que le long péronier latéral est un des muscles essentiels à l'extension du pied, et conséquemment antagoniste de la flexion; d'un autre côté, je démontrerai par la suite que le court péronier latéral s'oppose à la flexion du pied sur la jambe. Ces deux muscles ne peuvent donc être congénères d'un muscle fléchisseur du pied, pendant le mouvement de flexion de ce dernier.

442. Quant au péronier antérieur, s'il était le seul muscle destiné à exercer l'action abductrice qui a lieu dans la flexion du pied, et à en produire, par sa contraction synergique avec le jambier antérieur, la flexion directe, il en résulterait que les sujets privés du péronier antérieur ne pourraient plus opérer la flexion du pied, sans lui faire exécuter un mouvement d'abduction et sans élever son bord externe. Or, ce mouvement vicieux se reproduirait souvent. Le péronier antérieur

présente en effet de fréquentes irrégularités; ce muscle n'est ordinairement qu'une expansion du faisceau extenseur du petit orteil, provenant de l'extenseur commun des orteils; quelquefois même il n'existe pas.

En février 1856, j'en ai observé plusieurs exemples à la Charité (les sujets qui présentaient cette disposition anatomique me servaient à démontrer, chaque matin, aux élèves les faits que j'expose en ce mémoire). Une femme couchée au n° 32 de la salle Sainte-Marthe n'avait de péronier antérieur ni à droite ni à gauche. Il en était de même d'un homme couché au n° 7 de la salle Saint-Louis. Une femme couchée au n° 23 de la salle Sainte-Marthe possédait à gauche un péronier antérieur bien développé, et à droite elle en offrait à peine quelques vestiges. Dans ce dernier cas, la faradisation localisée faisait saillir vigoureusement le tendon du péronier antérieur normal et mettait en jeu son action sur le pied; tandis que, du côté opposé, les rhéophores, posés sur la région occupée par le péronier antérieur, ne produisaient ni relief tendineux, ni mouvements du pied; il fallait les placer au niveau du faisceau extenseur du dernier orteil, émanant de l'extenseur commun des orteils, pour mettre en relief le tendon du péronier antérieur, qui était infiniment grêle et ne pouvait se contracter indépendamment du faisceau du long extenseur des orteils, dont il n'était évidemment qu'une expansion.

Eh bien! toutes les fois que j'ai constaté, comme ci-dessus, une absence ou un très-faible développement du péronier antérieur, la flexion avec abduction et élévation du bord externe du pied n'en a pas moins été exécutée par l'extenseur commun des orteils volontairement ou électriquement.

443. Si le péronier antérieur avait été le seul muscle qui fît exécuter au pied la flexion avec abduction et élévation de

son bord externe, on aurait eu raison d'en faire un muscle particulier; mais, comme il imprime au pied le même mouvement que l'extenseur commun des orteils, et que souvent il est impossible de le faire agir indépendamment du dernier faisceau de celui-ci, il me semble qu'on doit le considérer comme une dépendance de ce muscle, au point de vue physiologique et anatomique.

444. La dénomination d'*extenseur commun des orteils*, qui a été donnée jusqu'à ce jour à un muscle dont la fonction essentielle est de fléchir puissamment le pied, concurremment avec le jambier antérieur, de manière, ou à neutraliser les mouvements de latéralité de ce dernier, ou à porter le pied en dehors, donne une idée fausse de la fonction qu'il est appelé à remplir. Si donc on tire la dénomination de sa principale action individuelle, on doit l'appeler *fléchisseur abducteur du pied*.

445. L'extenseur commun des orteils n'exercerait aucune action sur les orteils, qu'il n'en résulterait pas, pour cela, un grand trouble dans les usages du pied; car le pédieux (le véritable extenseur des orteils) pourrait, dans ce cas, suppléer parfaitement cette action, comme le prouvera bientôt l'observation clinique. Il n'en serait certainement pas de même, ainsi que je l'ai démontré précédemment (439), si la flexion du pied sur la jambe était privée dû concours de l'extenseur commun des orteils. — Je me réserve toutefois d'examiner s'il était utile qu'un même muscle produisît à la fois l'extension des orteils et la flexion du pied, ou s'il n'eût pas mieux valu que ce muscle, destiné à concourir incessamment à la flexion du pied, n'eût aucune action sur les orteils.

446. Il est ressorti de l'expérimentation électro-musculaire que la flexion produite dans l'articulation tibio-tarsienne

par l'extenseur commun des orteils est beaucoup moins puissante que lorsqu'elle est opérée par le jambier antérieur ; mais que la force et l'étendue du mouvement d'abduction due au premier l'emportent sur celles du mouvement d'adduction provoqué par le dernier. (J'expliquerai plus tard la cause mécanique de cette action spéciale de l'extenseur commun des orteils, dans le paragraphe suivant.) Il en résulte que lorsque ces deux muscles se contractent synergiquement avec une force égale, le pied doit, en se fléchissant, se porter un peu dans l'abduction.

Ces forces musculaires sont, on le voit, admirablement combinées, pour produire la flexion un peu abductrice du pied, que l'on observe, par exemple, pendant la marche, lorsque le membre inférieur, détaché du sol, est porté d'arrière en avant.

447. Je devrais faire ressortir ici l'importance d'un fait physiologique mis en lumière par la faradisation de l'extenseur commun des orteils, — cette expérience a été relatée dans ce chapitre (page 467, 2°); — je veux parler du mouvement de flexion du pied, qui se passe dans l'articulation calcanéo-astragalienne, mouvement qui me paraît avoir été méconnu jusqu'à ce jour. Mais l'exposition de ce fait trouvera mieux, je crois, sa place dans l'article consacré à l'étude des mouvements articulaires propres à l'action de l'extenseur commun des orteils.

448. Sous l'influence de l'action isolée de l'extenseur commun des orteils, le pied revêt une forme générale imprévue, que la faradisation localisée de ce muscle pouvait seule faire connaître.

On voit en effet, au moment où le pied s'infléchit sur la jambe, en se portant en dehors, que les quatre derniers

orteils se relèvent légèrement, tandis que le gros orteil s'incline sur le premier métatarsien, qui lui-même s'abaisse un peu (voy. fig. 79).

Cet abaissement du gros orteil et du premier métatarsien est la conséquence de la résistance à l'élongation, opposée par le fléchisseur du gros orteil et par le long péronier latéral.

La connaissance de ces mouvements physiologiques rendra compte des déformations du pied produites secondairement par la rétraction isolée de l'extenseur commun des orteils, et sur laquelle je reviendrai par la suite.

449. Les mouvements secondaires qui se produisent pendant la faradisation localisée, soit du jambier antérieur, soit de l'extenseur commun des orteils, font ressortir l'utilité, dans la flexion physiologique du pied, de l'action synergique de tous les muscles qui concourent à cette flexion.

Ainsi, l'action synergique de l'extenseur propre du gros orteil, si faible comme fléchisseur du pied, est nécessaire pour empêcher l'inclinaison du gros orteil, qui se produit pendant la flexion physiologique de ce membre par l'un ou l'autre des deux fléchisseurs du pied. L'antagonisme exercé par le jambier antérieur sur le long péronier latéral rend son intervention d'autant plus utile, pendant la flexion volontaire, qu'il est le seul muscle qui puisse empêcher l'abaissement du premier métatarsien, abaissement produit pendant cette flexion, ainsi que je l'ai dit plus haut. Enfin, la faculté que possède l'extenseur commun des orteils d'étendre les quatre derniers orteils, prévient la flexion de ces derniers, qui a lieu nécessairement, pendant la flexion du pied, par le fait de la résistance tonique du long fléchisseur commun des orteils à l'élongation exercée sur lui.

## § II. — Physiologie pathologique.

### A. — Troubles fonctionnels dans les mouvements du pied, consécutivement à l'atrophie ou à la paralysie du jambier antérieur.

Rien n'est plus fréquent, dans la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance, que la destruction isolée du jambier antérieur. Les troubles fonctionnels des mouvements du pied, de la station, de la marche ; l'attitude vicieuse et la déformation du pied, qui sont la conséquence de cette lésion partielle des muscles de la jambe, confirment pleinement les faits qui ressortent des expériences électro-physiologiques que j'ai faites sur l'action individuelle du jambier antérieur, et font mieux ressortir encore le degré d'utilité de ce muscle.

Je vais exposer rapidement les faits cliniques qui viennent à l'appui de cette assertion.

450. La flexion du pied sur la jambe, privée du concours du jambier antérieur, peut encore être exécutée par l'extenseur commun des orteils ; mais alors le pied se porte dans l'abduction, en tournant sur son axe antéro-postérieur, de telle sorte que son bord externe est plus élevé que son bord interne (voy. les fig. 83 et 84). Or, ces mouvements sont les mêmes que ceux que l'on a vus se produire par l'excitation électrique de l'extenseur commun des orteils.

Par le fait de la paralysie ou de l'atrophie du jambier antérieur, non-seulement le pied ne peut pas être porté dans l'adduction, pendant sa flexion volontaire, mais encore celle-ci n'est plus opérée directement. L'observation clinique démontre donc que le jambier antérieur est nécessaire à la flexion directe du pied, flexion qui résulte de la contraction simultanée de ce muscle et de l'extenseur commun des orteils.

451. Il est vrai qu'alors l'extenseur propre du gros orteil,

auxiliaire du jambier antérieur pour l'adduction du pied, pendant sa flexion, parvient d'abord à neutraliser l'action abductrice de l'extenseur commun des orteils; mais il ne peut longtemps lutter seul avec ce dernier muscle, qui ne tarde pas à entraîner le pied dans le sens de son action.

A l'état normal, l'extenseur propre du gros orteil prend une faible part à la flexion du pied sur la jambe; mais le jambier antérieur est-il paralysé, l'extenseur propre du gros orteil vient énergiquement en aide à cette flexion. Aussi voit-on, dans ce cas, la première phalange du gros orteil se renverser bientôt à angle droit sur son métatarsien, pendant le mouvement de flexion du pied sur la jambe; en outre, ce muscle s'hypertrophie à la longue, et lorsqu'il se contracte, son tendon épais fait, à la partie interne du pli du pied, une saillie presque aussi forte que le relief tendineux du jambier antérieur du côté sain. A ces signes, on peut affirmer que le jambier antérieur est paralysé ou atrophié. Le mécanisme de ce désordre occasionné par l'attitude et la forme du gros orteil dans l'action exagérée de son muscle extenseur propre, et la cause de l'augmentation de la voussure plantaire, seront expliqués quand je traiterai des mouvements des orteils.

452. Malgré la perte du jambier antérieur, les malades font exécuter facilement au pied des mouvements d'adduction et d'abduction, de renversement en dedans ou en dehors sur son axe antéro-postérieur, pourvu qu'ils n'aient pas à fléchir le pied; ils peuvent aussi maintenir solidement leur pied, de manière à l'empêcher de tourner en dedans ou en dehors. On ne comprendrait pas qu'il en fût autrement, puisqu'ils possèdent encore les muscles court péronier latéral et jambier postérieur, qui ont la propriété de provoquer ces mouvements divers.

453. Comment donc se fait-il que, chez les individus

privés du jambier antérieur, la pointe du pied se trouve en abduction (en valgus), pendant la marche ou la station? Je vais essayer d'en donner l'explication.

Lorsque, pendant la marche, le membre inférieur placé en arrière abandonne le sol, afin de se porter en avant, le pied s'infléchit sur la jambe. Or, comme ce mouvement de flexion, si le jambier antérieur est paralysé ou atrophié, ne peut se faire sans que le pied se place dans l'abduction et sans que son bord externe s'élève plus que son bord interne, il arrive que ce pied se trouve encore dans la même attitude, au moment où il se pose sur le sol; il y reste jusqu'à ce qu'il s'en détache de nouveau.

Cette attitude vicieuse du pied, pendant que le poids du corps repose sur lui, occasionne une certaine faiblesse dans la marche, et même de la claudication; on conçoit aussi qu'elle tende sans cesse à augmenter, et qu'elle puisse déformer progressivement certaines articulations.

454. Le sujet privé du concours de son jambier antérieur peut encore, lorsqu'il y prête son attention, fléchir avec force son pied sur la jambe, si son extenseur commun des orteils jouit de toute sa puissance, ou si les extenseurs du pied sur la jambe ne sont pas contracturés. Dans ces cas, en effet, lorsqu'on s'oppose à cette flexion du pied, on sent qu'elle est énergiquement exécutée. Comment donc se fait-il qu'alors, pendant la marche, la pointe du pied butte contre les inégalités du sol? C'est que l'excitation nerveuse instinctive qui produit la contraction musculaire automatique de la marche, est sans doute insuffisante pour exécuter normalement la flexion du pied sur la jambe, avec l'extenseur commun des orteils seul, flexion que le malade obtient toujours complétement avec le plus léger effort, pourvu qu'il y prête quelque attention.

B. — Déformation du pied, consécutivement à l'atrophie du jambier antérieur.

455. L'insuffisance de force ou la paralysie du jambier antérieur, comme fléchisseur du pied sur la jambe, ne se manifeste pas seulement dans la marche ; on la reconnaît encore à l'attitude du pied, pendant le repos musculaire.

Ce muscle jambier antérieur est volumineux, et représente presque la moitié de la masse des fibres musculaires qui con-

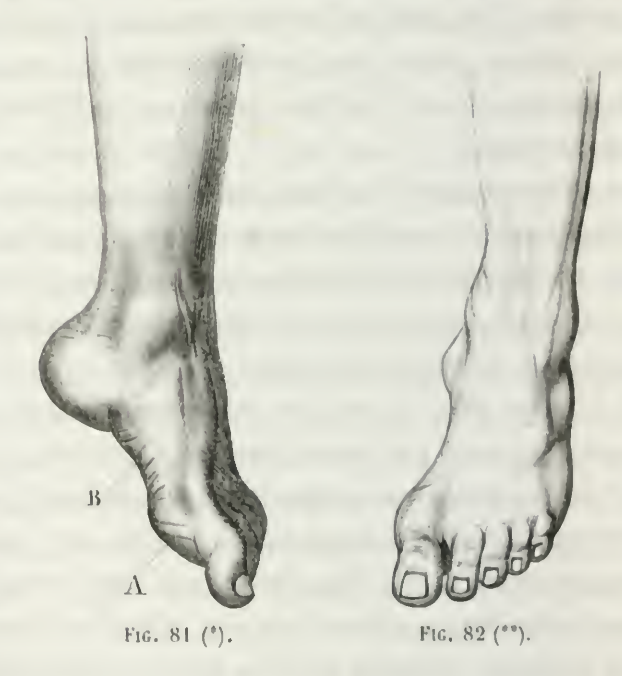



Fig. 81 (*). Fig. 82 (**).

courent à opérer la flexion du pied sur la jambe. En conséquence, la force tonique, qui, pendant le repos musculaire, lutte contre celle des extenseurs du pied, afin de produire l'attitude moyenne de ce dernier entre la flexion et l'extension, doit devenir insuffisante ; aussi, cet équilibre vient-il à être rompu,

(*,**) Équin au second degré, chez un garçon de cinq ans, consécutif à l'atrophie du jambier antérieur, datant de trois ans, représenté au repos musculaire.

après la paralysie ou l'atrophie du jambier antérieur, on voit se former progressivement un pied bot équin.

J'en vais montrer deux spécimens à des degrés différents dans les fig. 83 et 85. Ces deux pieds appartenaient à deux jeunes garçons dont le jambier antérieur avait été détruit par la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance. Il avait suffi

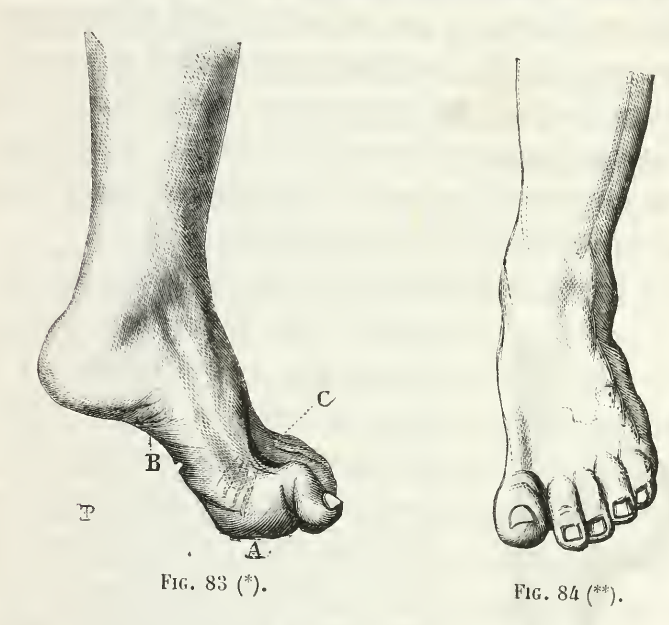



Fig. 83 (*). Fig. 84 (**).

de l'atrophie du jambier antérieur pour produire la rétraction progressive des jumeaux et du soléaire. (Il eût été facile de prévenir cette rétraction en maintenant, à l'aide d'une sandale de nuit, le pied fléchi à angle droit sur la jambe, car elle est la conséquence du raccourcissement exagéré et continu de ces muscles.)

(*,**) Équin au deuxième degré, chez un garçon âgé de cinq ans, vu pendant la flexion du pied sur la jambe. Cet équin, déjà représenté au repos musculaire dans les figures 81 et 82, avait l'attitude d'un équin un peu varus ; mais pendant la flexion, il a pris l'attitude de l'équin valgus (voy. fig. 84, comparativement à la fig. 82), et la griffe pied creux propre à l'équinisme a augmenté (voy. fig. 83, comparativement à la fig. 81).

L'équinisme n'existait qu'au second degré chez l'un de ces jeunes sujets (voy. fig. 81, 82), qui était âgé de cinq ans, parce que la maladie ne datait que d'une année, et parce que les extenseurs du pied étaient un peu atrophiés. Ce petit garçon pouvait relever un peu la pointe du pied, mais la flexion se faisait avec abduction (voy. fig. 84); ce qui contrastait avec l'équin un peu varus de ce pied au repos musculaire (voy. fig. 82). Au commencement de ce mouvement, l'extenseur du gros orteil se contractant synergiquement avec son extenseur commun des orteils, le pied était relevé directement; mais bientôt le dernier l'emportait sur l'autre et entraînait le pied dans la flexion abductrice.

Chez l'autre, qui était âgé de dix ans, la maladie était survenue à l'âge de deux ans; les gastro-cnémiens avaient conservé leur force normale. Ce garçon n'avait point porté d'appareil, et son équinisme était arrivé, en peu d'années, au plus haut degré; c'était un équin direct au troisième degré, comme on le voit dans la fig. 85. Il était impossible d'imprimer à ce pied le plus léger mouvement de flexion (je me réserve d'expliquer le mécanisme de la déformation de la voûte plantaire et des orteils, consécutivement à l'équinisme, en traitant, dans l'article IV, des mouvements des orteils).



Fig. 85 (*).

En somme, ces faits cliniques font ressortir l'utilité du jam-

(*) Équin direct, au troisième degré, consécutif à l'atrophie du jambier antérieur, datant de huit ans, chez un garçon de dix ans, avec la griffe pied creux de l'équinisme qui caractérise ce degré.

bier antérieur au point de vue de l'attitude et de la conformation normale du pied.

C. — Troubles fonctionnels dans les mouvements du pied, consécutivement à la paralysie de l'extenseur commun des orteils.

456. Les troubles fonctionnels que l'on observe consécutivement à la paralysie de l'extenseur commun des orteils, soit pendant la flexion volontaire du pied sur la jambe, soit pendant la marche et la station, soit enfin dans l'attitude du pied au repos musculaire, sont les mêmes que ceux qui résultent de la paralysie du jambier antérieur, avec cette différence, toutefois, que, pendant la flexion, le pied exécute ses mouvements de latéralité et de rotation sur son axe longitudinal, dans un sens opposé. Ainsi un malade privé de son extenseur commun des orteils ne peut fléchir le pied, sans le porter dans l'adduction, et sans renverser sa face dorsale en dehors. Pendant la marche et la station, le pied tourne de telle sorte, qu'il se trouve en contact avec le sol par son bord externe ; la flexion volontaire du pied sur la jambe peut se faire avec force, malgré la perte de l'extenseur commun des orteils, mais la flexion qui a lieu instinctivement, pendant la marche, est tellement faible que la pointe du pied traîne presque constamment contre le sol ; enfin la force tonique des extenseurs du pied est prédominante, pendant le repos musculaire, au point que le pied, qui, dans la marche ou la station, présentait l'aspect du pied bot varus, prend, à la longue, l'attitude de l'équin direct.

Quelques-uns de ces phénomènes pathologiques concordent parfaitement avec l'étude électro-physiologique du jambier antérieur (fléchisseur adducteur), puisqu'ils montrent, de même que l'expérimentation électro-physiologique, l'action individuelle de ce muscle.

Il est d'autres désordres produits par la perte de l'extenseur commun des orteils qui donneraient lieu à des considérations analogues à celles que j'ai exposées, en traitant de la physiologie pathologique du jambier antérieur; le mécanisme de leur production est le même; il serait donc superflu de les exposer de nouveau.

Cependant je dois signaler quelques faits qui sont propres à la paralysie de l'extenseur commun des orteils et dans lesquels on trouve encore un enseignement physiologique.

457. Chez les sujets dont l'extenseur commun des orteils est affaibli ou paralysé, le pied s'infléchit plus ou moins, dans l'articulation médio-tarsienne; l'avant-pied se courbe en bas et en dedans, et l'on voit à la face dorsale du pied des saillies plus ou moins prononcées, formées par la tête de l'astragale et du calcanéum.

Ce fait démontre combien l'extenseur commun des orteils est utile, comme auxiliaire des ligaments calcanéo-cuboïdiens et scaphoïdo-astragaliens dorsaux, ligaments insuffisants pour maintenir solidement l'articulation médio-tarsienne.

458. J'ai recueilli des observations dans lesquels l'extenseur commun des orteils, bien que jouissant de toute sa force contractile, avait perdu la faculté de produire l'abduction du pied, par le seul fait du déplacement en dedans de la gaîne dans laquelle glissent les tendons réunis de ce muscle, au niveau du ligament annulaire du tarse. Ce déplacement de la gaîne de l'extenseur commun des orteils était arrivé chez des sujets dont le jambier antérieur était contracturé depuis de nombreuses années. Le pied avait longtemps conservé l'attitude qui est propre à l'action de ce muscle, c'est-à-dire qu'il était resté plusieurs années fléchi, la face plantaire regardant en dedans. Sous l'influence de certains moyens orthopédiques, le bord

interne du pied s'était abaissé, et conséquemment le renversement de ce dernier en dehors avait considérablement diminué. Mais, pendant la flexion volontaire, le jambier antérieur ramenait le pied à son ancienne position vicieuse, sans que les sujets pussent s'y opposer. L'extenseur commun des orteils se contractait cependant énergiquement, pendant cette flexion du pied, et aurait certainement pu, si sa gaîne s'était trouvée dans sa situation normale, modérer ou neutraliser l'action prédominante du jambier antérieur, afin de produire, en se combinant avec lui, la flexion directe. Mais, comme cette gaîne s'était confondue avec celle du jambier antérieur, ainsi que je l'ai dit plus haut, l'extenseur commun des orteils était devenu congénère du muscle précédent.

Ce fait clinique, d'accord avec l'expérimentation, démontre que l'action abductrice de l'extenseur commun des orteils dépend de la position spéciale occupée par sa gaîne, dans le ligament annulaire du tarse.

459. De même que l'affaiblissement ou la paralysie des fléchisseurs du pied sur la jambe produit à la longue la rétraction progressive de ses extenseurs, d'où résulte l'équinisme, de même l'affaiblissement ou l'atrophie des extenseurs du pied est nécessairement suivie de la rétraction de ses fléchisseurs; ce qui produit le talus.

Le talus consécutif à l'atrophie des extenseurs du pied offre des variétés qui peuvent être divisées en quelques types principaux.

460. Si tous les muscles qui agissent sur l'avant-pied de manière à l'infléchir sur l'arrière-pied (le long péronier, les fléchisseurs des orteils) sont paralysés ou atrophiés, en même temps que le triceps sural, et que le jambier antérieur et l'extenseur commun des orteils aient conservé leur force normale,

le talon est abaissé, et la plante du pied infléchie sur la jambe s'aplatit. J'appellerai cette forme de talus, *talus pied plat direct*.

Je n'ai pas encore observé cette espèce de talus dans la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance dont j'ai vu des centaines de cas. Il faut donc qu'il soit bien rare dans cette affection, mais on doit admettre qu'il peut se rencontrer.

Le talus pied plat direct n'est pas rare dans les contractures paralytiques congénitales. J'en ai recueilli un cas remarquable, chez un nouveau-né qui offrait — circonstance assez curieuse! — un pied bot différent de chaque côté. En effet, le pied droit était un talus pied plat direct par contracture du jambier antérieur et du long extenseur des orteils (voy. fig. 86), le pied gauche était un varus par contracture du jambier antérieur et du triceps sural. Chez ce nouveau-né, qui était dans une des salles de l'Hôtel-Dieu dont le service était fait provisoirement par mon ami, le docteur Labric, médecin des hôpitaux, j'ai constaté que la contractilité électrique était intacte dans tous les muscles moteurs de ses pieds ; et comme il a succombé, quinze jours après, à un choléra infantile, l'examen nécroscopique m'a fait voir que la nutrition des muscles contracturés et paralysés était anormale ; — ce que j'avais du reste annoncé d'après l'exploration électro-musculaire et ce qui a toujours lieu dans ces paralysies congénitales.



Fig. 86 (*).

461. Lorsque, dans le talus pied plat (par atrophie des ex-

(*) Talus pied plat direct congénital, chez un enfant âgé de trois semaines. Les muscles avaient tous conservé leur irritabilité électrique, et à l'examen nécroscopique, leurs fibres musculaires ont été trouvées normales.

tenseurs du pied et des muscles qui infléchissent l'avant-pied sur l'arrière-pied), l'extenseur commun des orteils est affaibli ou atrophié, la plante du pied regarde en dedans à cause de la rétraction isolée ou prédominante du jambier antérieur. C'est un talus *pied plat varus*.

J'observe actuellement, chez une jeune fille âgée de huit ans, un talus pied plat varus, consécutif à une paralysie atrophique graisseuse du triceps sural, du long péronier latéral et des fléchisseurs des orteils; son extenseur commun des orteils a

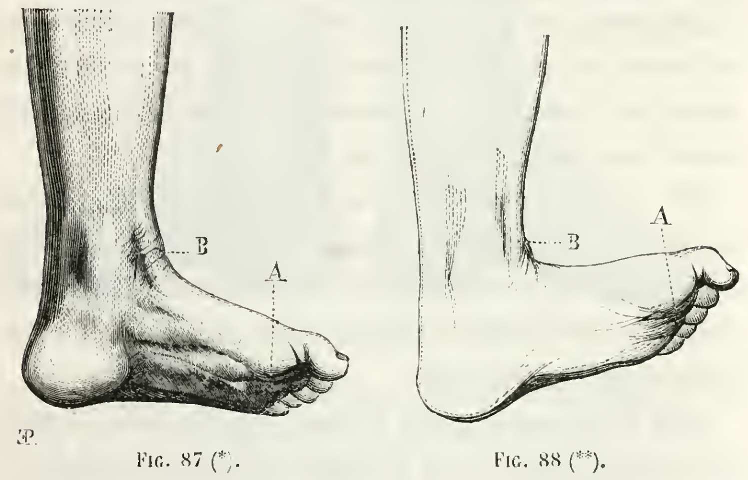



Fig. 87 (*). Fig. 88 (**).

perdu de sa force normale, tandis que son jambier antérieur est resté intact. La figure 87 représente ce talus pied plat varus vu par sa face interne.

Il n'est pas encore à son maximum; et il y arriverait certainement à la longue par la rétraction progressive du jambier antérieur, si l'on ne s'y opposait à l'aide d'un appareil prothétique.

(*,**) Talus pied plat varus consécutif à la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance, datant de sept ans et demi. Les muscles postérieurs de la jambe étaient paralysés, et aucun d'eux ne répondait à l'excitation électrique; ils étaient probablement en grande partie dégénérés; l'extenseur commun des orteils était très-peu développé, comparativement au jambier antérieur, qui était puissant et entraînait dans la flexion en varus. — Dans la figure 87, le pied est vu au repos musculaire, et, dans la figure 88, il est vu fléchi sur la jambe.

Le degré que pourrait atteindre le talus chez cette jeune fille est représenté par un dessin linéaire, dans la figure 88, qui a été faite d'après nature, au moment où le pied était fléchi fortement sur la jambe.

462. Dans le talus par atrophie du triceps sural, les fléchisseurs des orteils ont-ils aussi perdu leur action, le bord interne de l'avant-pied est infléchi progressivement sur l'arrière-pied, par l'action exagérée du long péronier latéral, et en même temps le premier métatarsien, principalement à son extrémité phalangienne, est attirée en dehors et le diamètre transversal de l'avant-pied est diminué. Je ne reviendrai pas sur le mécanisme de la formation de cette espèce de pied creux que j'ai appelé *talus pied creux tordu en dehors.*

463. Le triceps sural est-il seul atrophié, on voit, pendant que le talon est abaissé par l'action tonique non modérée du jambier antérieur et des extenseurs des orteils, l'avant-pied s'infléchir directement sur l'arrière-pied. C'est un *talus pied creux direct* (voy. fig. 89).

464. Le triceps sural et le long péronier latéral sont-ils atrophiés, en même temps que les autres muscles moteurs du pied sont intacts, le talon s'abaisse, tandis que le bord interne de l'avant-pied est élevé par l'action non modérée du jambier antérieur, et les quatre derniers métatarsiens subissent un mouvement en sens inverse de celui du talon, c'est-à-dire qu'ils sont inclinés sur lui par les fléchisseurs des orteils. Cette espèce de pied bot est un *talus pied creux varus de l'avant-pied* (voy. fig. 90) (1).

On remarque que, dans ces variétés de talus pied creux,

(1) Ces deux pieds bots appartiennent à un enfant atteint d'une paralysie atrophique graisseuse, dont j'ai relaté l'observation ailleurs (*Electrisation localisée*, 2[e] édition, observation XXXIX, page 278).

les orteils sont devenus crochus. Lorsque je traiterai des mouvements des orteils, je ferai connaître le mécanisme de cette espèce de griffe.

465. En résumé, les détails dans lesquels je suis entré sur le mécanisme de ces diverses espèces de talus (1° *talus pied plat direct*, 2° *talus pied plat varus de l'avant-pied*, 3° *talus pied creux tordu en dehors*, 4° *talus pied creux direct*, 5° *talus pied creux varus de l'avant-pied*), outre qu'ils font mieux con-

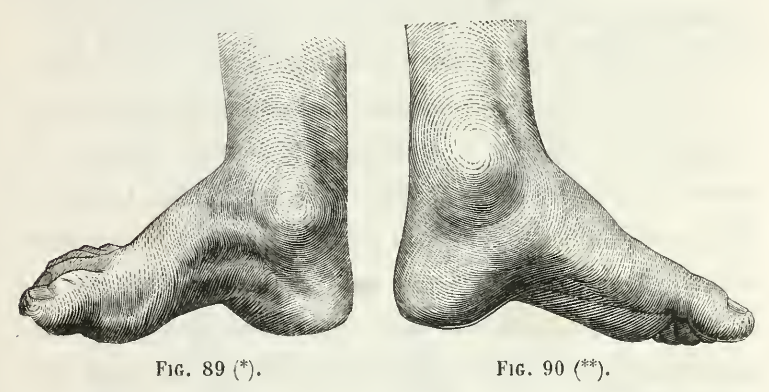


FIG. 89 (*). FIG. 90 (**).

naître l'action propre de certains muscles, déjà mise en lumière par l'expérimentation électro-physiologique, aident à comprendre comment les forces toniques musculaires qui s'exercent d'une manière différente sur l'arrière-pied et sur l'avant-pied, s'équilibrent afin de maintenir la forme normale du pied.

D. — Abolition ou gêne des mouvements de l'articulation tibio-tarsienne.

466. La flexion physiologique du pied se compose de deux mouvements articulaires qui se passent, l'un, le principal pour

(*,**) Talus pied creux, chez un garçon âgé de dix ans, consécutif à la paralysie atrophique graisseuse de l'enfance, datant de huit ans. Dans la figure 89, le triceps sural est détruit, ce qui a produit un talus pied creux direct; dans la figure 90, le triceps et le long péronier latéral sont atrophiés, il en est résulté un talus pied creux varus.

l'étendue et la force, dans l'articulation tibio-astragalienne, l'autre dans l'articulation calcanéo-astragalienne. Cette dernière articulation se meut à la manière d'une trochlée, comme la première, mais en raison de la disposition anatomique de ses surfaces, elle ne peut produire la flexion du pied, sans son abduction et sans l'élévation de son bord externe. — Je reviendrai sur ces faits dans l'article V consacré à des considérations anatomiques.

Certains pieds sont conformés de telle façon que les mouvements de l'articulation calcanéo-astragalienne sont très-limités, et que les faits physiologiques ci-dessus énoncés sont conséquemment difficiles à constater. Les faits cliniques les mettent en lumière de la manière la plus évidente. Lorsqu'en effet, sous l'influence d'un état pathologique, les mouvements de l'articulation tibio-tarsienne sont perdus ou limités, on voit se produire progressivement une exagération, que j'appellerai supplémentaire, de la flexion dans l'articulation calcanéo-astragalienne.

La vérité de cette proposition ressort du moins d'un certain nombre de faits cliniques que j'ai eu l'occasion d'observer ; je vais les exposer, en résumé.

467. On vient de voir que, consécutivement à l'atrophie du triceps sural, le talon s'abaisse progressivement ; que l'astragale exécute un mouvement de flexion dans son articulation avec le tibia ; que l'avant-pied s'incurve alors principalement dans son articulation médio-tarsienne sur l'arrière-pied et forme un pied creux, par un mécanisme musculaire que j'ai exposé ci-dessus (463 et 464). Il en résulte que, dans cette attitude, la flexion du pied est arrivée à sa dernière limite, dans l'articulation tibio-astragalienne ; qu'elle doit tendre sans cesse à s'exagérer, par les efforts du malade, dans l'articula-

tion calcanéo-astragalienne, parce que ce mouvement de flexion dans l'articulation calcanéo-astragalienne produit l'élévation de la pointe du pied. On voit, en effet, la fossette triangulaire qui termine en dehors le sillon interosseux du calcanéum, se creuser et s'agrandir avec le temps, et cette dernière articulation décrire, dans une plus grande étendue, le mouvement de trochlée qui produit la flexion abductrice du pied. — Je le décrirai quand je traiterai de l'action de l'extenseur commun des orteils sur l'articulation calcanéo-astragalienne).

Les figures 91 et 92 en donnent une idée exacte. La pre-

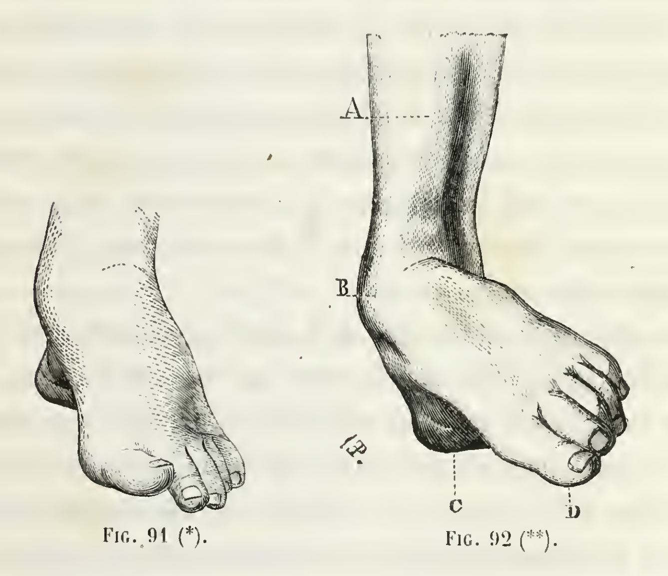



Fig. 91 (*). Fig. 92 (**).

mière représente, au repos musculaire, un talus pied creux direct que j'ai observé chez un garçon de onze ans, qui vers l'âge d'un an et demi avait été affecté d'une paralysie atrophique graisseuse limitée au membre inférieur. Après quelques se-

(*,**) Talus pied creux direct, chez un garçon âgé de onze ans, consécutif à une paralysie atrophique graisseuse survenue à l'âge de deux ans, et qui a détruit le triceps sural. La figure 91 représente ce pied tombant au repos musculaire; la figure 92 le représente pendant la flexion, le mouvement ayant lieu en valgus, et se produisant dans l'articulation calcanéo-astragalienne.

maines, ce membre avait recouvré ses mouvements, à l'exception de l'extension du pied sur la jambe. A la longue, son pied s'était tellement déformé (voy. fig. 91) et se renversait tellement en dehors quand il voulait en relever la pointe (voyez fig. 92), qu'il ne pouvait marcher sans boiter et sans éprouver de la fatigue et même de la douleur dans l'articulation tibio-tarsienne de ce côté. L'exploration électrique m'apprit qu'il avait suffi de l'atrophie du triceps sural pour occasionner, à la longue, ces graves désordres dans la forme et dans les mouvements du pied.

En somme, par le fait de l'absence de la force tonique du triceps sural, seul élévateur du talon, celui-ci s'était abaissé sous l'influence de l'action tonique continue des fléchisseurs du pied sur la jambe, et en même temps l'avant-pied avait été infléchi proportionnellement sur l'arrière-pied par la résistance tonique du long péronier latéral et du long fléchisseur commun des orteils.

La flexion directe du pied sur la jambe paraissait devoir être possible au premier abord, parce que tous les muscles qui concourent à ce mouvement étaient intacts. Mais je constatai que cette flexion était arrivée à sa dernière limite, dans l'articulation tibio-tarsienne, ce qui était du reste annoncé par le degré d'abaissement du talon, et j'observai que si le sujet voulait relever la pointe du pied, le mouvement ne pouvait plus se faire que dans l'articulation calcanéo-astragalienne. Aussi ce mouvement, qui depuis bien années se produisait sans cesse et surtout pendant la marche, et qui avait usé les surfaces articulaires, dans le sens de la flexion abductrice, était-il extrêmement exagéré, comme le montre la fig. 92. Il se reproduisait chaque fois que, pendant la marche, le membre oscillait d'arrière en avant, de sorte que le pied se trouvait dans cette

attitude vicieuse au moment où, appliqué contre le sol, il devait supporter le poids du corps.

Tout le monde comprend que, dans une telle attitude, l'articulation calcanéo-astragalienne doive être bien faible et qu'elle soit exposée à des tiraillements douloureux et à des subluxations ou à des luxations. C'est en effet ce que j'ai observé plusieurs fois. Dans l'un de ces cas, le renversement du pied en dehors était tel que, pendant la station et la marche, le membre reposait sur la malléole interne.

J'ai eu l'occasion d'observer plusieurs fausses ankyloses de l'articulation tibio-tarsienne ; les mouvements de flexion de l'articulation calcanéo-astragalienne étaient plus ou moins exagérés, de la même manière que dans les cas précédents.

468. On sait que l'on voit fréquemment apparaître un valgus, après la ténotomie pratiquée contre l'équin varus ; j'en ai recueilli plusieurs cas. Voici ce que j'ai constaté : pendant le repos musculaire, la malléole externe était plus saillante qu'à l'état normal ; le pied avait l'attitude du varus, il pouvait à peine être fléchi directement sur la jambe ; mais, si on le portait dans l'abduction, la flexion devenait facile et dépassait l'angle droit. Ce n'était pas le tendon d'Achille qui faisait obstacle à la flexion directe, car on sentait qu'il était relâché, et d'ailleurs, pendant la flexion abductrice exagérée, le talon s'abaissait jusqu'à tendre ce tendon. Cet obstacle siégeait (on le sentait fort bien) dans l'articulation tibio-astragalienne.

Voici comment se produit le valgus, consécutivement à l'opération de l'équin varus. Après la section du tendon d'Achille, les extrémités libres de ce dernier s'écartent l'une de l'autre surtout sous l'influence de l'appareil à flexion dans lequel le membre est placé. L'obstacle à la flexion du pied sur la jambe dépendant moins du tendon que de la rétraction

ligamenteuse postérieure ou de brides fibreuses de l'articulation tibio-tarsienne, celle-ci ne cède qu'en partie. Le pied alors se fléchit dans l'articulation calcanéo-astragalienne qui offre moins de résistance, le talon s'abaisse encore d'un demi-centimètre et la flexion se fait un peu à angle aigu. Mais, ainsi qu'on peut le prévoir maintenant, le malade est à peine débarrassé de son appareil, qu'il marche avec un valgus qui ne peut que s'aggraver avec le temps (1).

En somme, l'exagération supplémentaire du mouvement de flexion dans l'articulation calcanéo-astragalienne, qui a lieu dans les conditions pathologiques que je viens d'exposer, peut devenir, j'en conviens, assez grande pour empêcher de butter contre le sol, pendant la marche. Cependant la suppression ou la gêne des mouvements de l'articulation tibio-astragalienne occasionne des troubles fonctionnels qui font ressortir l'insuffisance des mouvements de l'articulation calcanéo-astragalienne, et les dangers qui sont la conséquence des mouvements exagérés de cette articulation et que j'ai signalés précédemment.

## ARTICLE III.

### MUSCLES QUI PRODUISENT LES MOUVEMENTS LATÉRAUX DU PIED.

Les muscles qui impriment au pied des mouvements latéraux directement et indépendamment, sont le court péronier latéral (*peroneus brevis*) et le jambier postérieur (*tibialis posticus*).

(1) On évite la déformation dont il est ici question lorsque, pendant l'action de l'appareil à flexion, que l'on applique après la section du tendon d'Achille, le pied est maintenu légèrement en varus.

## § I. — Électro-physiologie.

### A. — Expériences.

I. *Court péronier latéral.* — 1° La faradisation du court péronier latéral produit l'abduction du pied avec plus de force que le long péronier latéral.

2° Ce muscle élève assez énergiquement le bord externe du pied, et quelquefois, par exemple, chez les enfants et chez les jeunes sujets, il place le cinquième métatarsien sur un plan supérieur au quatrième métatarsien. Par le fait de cette élévation du bord externe du pied, sa face plantaire a une tendance à regarder un peu en dehors.

3° Si le pied est dans l'extrême extension, au moment où l'on fait contracter le court péronier latéral, on le voit s'infléchir sur la jambe; si, au contraire, il se trouve fléchi à angle aigu sur la jambe, il s'étend jusqu'à ce qu'il fasse à peu près un angle droit avec la jambe ; ces mouvements, dont le point de centre est dans l'articulation tibio-tarsienne, sont exécutés avec très-peu de force.

II. *Jambier postérieur.* — Le jambier postérieur est inaccessible à la faradisation localisée, dans les conditions normales ; c'est seulement lorsque le triceps sural était atrophié qu'il m'a été possible d'étudier son action isolée sur le vivant. Pour être plus certain de l'action propre de ce muscle, je l'ai mis à nu sur des jambes que l'on venait d'amputer ; puis, ayant coupé les tendons des fléchisseurs des orteils, je l'ai fait contracter isolément et comparativement avec le jambier antérieur et le triceps sural. Voici ce que j'ai observé alors :

1° Le pied s'est porté dans l'adduction avec une grande force. Ce mouvement d'adduction était beaucoup plus étendu

que celui qui est produit par le jambier antérieur. Le bord externe du pied est devenu convexe, et son bord interne concave, en raison directe du degré de contraction du jambier postérieur. La tête de l'astragale et l'extrémité antérieure du calcanéum ont fait une saillie sur la face dorsale du pied.

2° Pendant ce mouvement d'adduction, le bord interne du pied ou la saillie sous-métatarsienne était seulement un peu plus élevée que son bord externe.

3° De même que le court péronier latéral, le jambier postérieur place le pied entre la flexion et l'extension, en relevant, comme ce muscle, son extrémité antérieure, si elle se trouve abaissée, ou en l'abaissant si elle est relevée; mais il exécute avec faiblesse ce mouvement d'extension ou de flexion.

B. — Remarques.

469. Le mouvement le plus étendu qui soit produit par le court péronier latéral ou par le jambier postérieur, et celui qu'ils exercent avec le plus de force, c'est l'abduction ou l'adduction du pied. Ces muscles sont les seuls qui jouissent de ces mouvements latéraux, indépendamment de la flexion ou de l'extension du pied sur la jambe. C'est pourquoi, tirant leur dénomination du but principal pour lequel ils ont été créés, on peut les appeler *abducteur* ou *adducteur* du pied.

470. Ces muscles sont principalement destinés à produire les mouvements latéraux du pied, au moment où il est fléchi à angle droit sur la jambe. J'ai démontré qu'en effet, les mouvements de latéralité exercées par les autres muscles moteurs du pied sont inséparables de l'extension ou de la flexion.

Il est vrai que si leur action était combinée, ces derniers pourraient maintenir le pied entre la flexion et l'extension, et

exécuter l'adduction ou l'abduction. Mais au prix de quels efforts on eût obtenu ces résultats! Efforts qui auraient inévitablement causé de la fatigue. C'est seulement lorsque les mouvements latéraux ont à vaincre une grande résistance, au moment où le pied est fléchi à angle droit, que ces combinaisons musculaires ont lieu; alors elles viennent en aide aux muscles court péronier latéral et jambier postérieur; tandis que, dans le cas où les mouvements doivent se faire sans force, l'un ou l'autre de ces derniers muscles entre seul en action.

471. Il ressort des expériences qui ont été exposées ci-dessus (p. 497, A), que le court péronier latéral et le jambier postérieur s'opposent à la flexion du pied à angle aigu et qu'ils placent ce dernier à peu près dans la flexion à angle droit, s'il est dans l'extension. Ces mouvements s'exercent avec si peu de force sur l'articulation tibio-tarsienne, qu'il est presque permis d'en faire abstraction. Il en résulte un avantage : c'est qu'ils peuvent concourir aux mouvements de latéralité du pied, qui se produisent, pendant la flexion ou l'extension, sans créer trop d'antagonisme aux autres muscles.

472. Les mouvements de rotation en sens contraire exécutés par le court péronier latéral et le jambier postérieur sur l'axe antéro-postérieur du pied, maintiennent solidement ce dernier dans une position fixe, lorsqu'ils ont lieu simultanément. On comprend combien il était utile que ces mouvements pussent être exécutés librement, sans efforts, alors que le pied est fléchi à angle droit sur la jambe, c'est-à-dire sans l'intervention des muscles qui produisent l'extension ou la flexion du pied. Ainsi, dans la station debout, le court péronier latéral et le jambier postérieur sont destinés à maintenir solidement le pied et à empêcher son renversement en dedans ou en dehors.

Ce n'est que dans les grands efforts que tous les muscles sont appelés à se contracter simultanément, afin de l'empêcher de se renverser dans l'un ou l'autre des sens précédents.

473. — Lorsque j'ai fait contracter le jambier postérieur, le pied a exécuté les mouvements d'adduction que j'ai décrits plus haut. Le pied étant dans l'attitude propre à l'action de ce muscle, j'ai excité ensuite son jambier antérieur ; alors la moitié interne de l'avant-pied s'est élevée considérablement, le dos du pied s'est incliné fortement en dehors ; la saillie osseuse formée par la tête de l'astragale et par l'extrémité antérieure du calcanéum a disparu ; le bord externe du pied, qui était curviligne, s'est redressé comme à l'état normal ; l'adduction a diminué tellement qu'elle était à peine appréciable ; enfin le pied s'est fortement infléchi sur la jambe.

Le pied se trouvant dans cette dernière attitude, j'ai fait de nouveau contracter fortement le jambier postérieur, et le pied s'est étendu jusqu'à ce qu'il fût arrivé à faire un angle droit avec la jambe ; le bord interne de l'avant-pied s'est abaissé très-notablement sur l'arrière-pied, en même temps l'avant-pied s'est incliné latéralement en dedans, de telle sorte que le bord externe du pied est devenu convexe et son bord interne concave, la tête de l'astragale et l'extrémité antérieure du calcanéum ont formé un relief sur le dos du pied ; enfin le dos du pied regardait très-peu en dehors.

Ces expériences comparatives démontrent que le jambier antérieur s'oppose à la puissante adduction du pied, propre au jambier postérieur, tandis que celui-ci ne permet pas au dos du pied de se renverser en dehors, autant que sous l'influence du jambier antérieur ; en d'autres termes, le jambier postérieur produit puissamment l'adduction du pied et très-faiblement sa rotation en dehors, tandis que le jambier

antérieur est un puissant rotateur du pied en dehors et produit faiblement l'adduction.

Est-il besoin de dire que la connaissance exacte des faits exposés précédemment intéresse particulièrement la pathologie musculaire du pied? Je démontrerai bientôt que le mécanisme de ces mouvements différents et propres à l'action individuelle de ces muscles s'explique par les mouvements articulaires qu'ils produisent (voy. art. C, *Abduction et adduction du pied*).

### § II. — Physiologie pathologique.

474. Toutes les fois que j'ai vu le court péronier latéral paralysé ou atrophié, le pied ne pouvait être porté dans l'abduction, sans être fléchi en même temps par l'extenseur commun des orteils, qui, on le sait, est fléchisseur abducteur, ou sans être étendu par le long péronier latéral qui est extenseur abducteur. C'est seulement par la contraction combinée de ces deux muscles et avec de grands efforts que le sujet parvenait alors à porter son pied directement un peu en dehors, en le maintenant entre la flexion et l'extension; mais ce mouvement avait lieu sans force et n'avait pas une grande étendue.

Ces faits cliniques confirment ce qui était établi par l'expérimentation électro-physiologique, à savoir : que le court péronier latéral est le seul muscle qui puisse produire l'abduction directe du pied d'une manière indépendante.

475. L'influence de la force tonique du court péronier latéral ou du jambier postérieur, sur la forme et sur l'attitude du pied, est mise en lumière par la paralysie de l'un ou de l'autre de ces muscles. En effet, l'un de ces muscles est-il

paralysé ou atrophié, son antagonisme ou modérateur, agissant par sa force tonique, d'une manière continue, donne au pied la forme et l'attitude que nous lui avons vu prendre, sous l'influence de la faradisation localisée et qu'il serait superflu de décrire ici de nouveau. Mais l'action propre de ce muscle s'exagère à la longue, en déformant progressivement les surfaces articulaires.

C'est ainsi que l'on voit, consécutivement à l'atrophie ou à la paralysie du court péronier latéral, des varus au troisième degré se développer, sous l'influence de l'action tonique continue du jambier postérieur et produire, dans les articulations médio-tarsienne et calcanéo-astragalienne, des désordres considérables, de véritables subluxations. Le grand diamètre du scaphoïde, qui normalement est transversal, devient antéro-postérieur ; sa facette articulaire concave est tournée en dehors, celle qui est en rapport avec les os cunéiformes est en dedans ; son tubercule, ordinairement saillant au bord interne du pied, s'enfonce et disparaît au-dessous de la malléole interne. La plus grande partie de la tête de l'astragale est, en conséquence, mise à nu sous les parties molles. Le cuboïde suit ce mouvement ; il abandonne presque entièrement la facette du calcanéum, pour s'articuler plus bas et en dedans avec cet os.

L'angle médio-tarsien se traduit sur le vivant par la saillie de la tête de l'astragale au dos du pied, par celle de l'extrémité antérieure du calcanéum vers son bord externe. On retrouve sur ce bord externe du pied les deux côtés de l'angle, perpendiculaires l'un à l'autre, se rencontrant à l'articulation calcanéo-cuboïdienne. Ces deux côtés sont formés, l'un par le calcanéum, l'autre par le cuboïde et le cinquième métatarsien. Ces deux derniers os sont eux-mêmes un peu coudés l'un sur

l'autre, de manière que l'extrémité postérieure du cinquième métatarsien forme une troisième saillie osseuse, sur le côté convexe de l'angle médio-tarsien (1).

Les contractures du court péronier latéral, consécutives à la paralysie ou à l'atrophie du jambier postérieur, produisent une déformation du pied en sens contraire des précédentes, et qui n'arrive jamais au même degré, parce que l'action latérale du court péronier latéral sur l'articulation médio-tarsienne est très-limitée.

En somme, les déformations considérables que je viens d'exposer et qui sont occasionnées par la contracture du jambier postérieur, donnent, de l'action propre de ce muscle sur les différentes articulations du pied, une idée plus complète que l'expérimentation électro-musculaire ; elles montrent l'influence que sa force tonique exerce sur la forme et sur l'attitude du pied, et l'utilité du court péronier latéral, comme modérateur de cette force tonique du jambier postérieur, au point de vue surtout de la conservation de la forme normale du pied.

476. Les mouvements différentiels qui caractérisent l'action propre du jambier postérieur et du jambier antérieur (voy. 473) doivent avoir leurs analogues en pathologie musculaire. S'ils avaient été exactement décrits, les observateurs en auraient probablement signalé des exemples. Pour ma part j'en ai recueilli des cas.

Mais les expressions manquent en pathologie pour les bien

(1) J'ai emprunté à mon ami, M. Bouvier, cette description qui dépeint d'une manière parfaitement exacte les désordres que j'ai observés dans les varus au troisième degré produits par la contracture du jambier postérieur. Cette description se trouve à la page 186 de son livre remarquable, intitulé : *Leçons cliniques sur les maladies chroniques de l'appareil locomoteur*, 1858, chez J.-B. Baillière et fils.

dénommer. Ainsi le mot varus signifie adduction du pied et sa rotation de dedans en dehors sur l'axe antéro-postérieur du pied. Or, ce mot est applicable à l'attitude que prend le pied, abstraction faite, bien entendu, de son état de flexion ou d'extension sur la jambe, lorsque le jambier antérieur ou le jambier postérieur est contracturé. Cependant l'attitude ou la déformation du pied est bien différente dans ces deux cas. On se rappelle en effet que, par la contracture du jambier antérieur, la face dorsale du pied est très-renversée en dehors, et que son adduction est à peine prononcée, tandis que, dans la contracture du jambier postérieur, la face dorsale du pied est peu renversée en dehors et que l'adduction du pied est beaucoup plus étendue. De plus, dans ces deux cas, les déformations des surfaces articulaires sont essentiellement différentes.

Il faudrait donc employer une expression désignant la prédominance de l'un ou de l'autre état, qui, réunis, constituent le varus, c'est-à-dire la prédominance du renversement du dos du pied en dehors ou de son adduction.

477. L'action propre et les fonctions du court péronier latéral avaient été confondues avec celles du long péronier latéral. L'observation clinique aurait dû prévenir une confusion aussi déplorable, surtout pour la pratique chirurgicale (1). Il suffit en effet de comparer les désordres qui sont la suite de la paralysie du court péronier latéral, à ceux qui sont produits par la paralysie du long péronier latéral (voy. 439, D), pour conclure

(1) La section des tendons du court péronier latéral et du long péronier latéral, au-dessus et en arrière de la malléole externe, appliquée au traitement chirurgical du pied plat valgus douloureux, a été la conséquence de cette confusion. J'ai démontré combien cette opération est contraire aux données fournies sur la genèse du pied plat valgus, par l'expérimentation et par l'observation clinique, et combien les suites en sont fâcheuses (*Électrisation localisée*, 2ᵉ édition, p. 813).

à la différence de fonctions de ces deux muscles, comme l'a parfaitement établi d'ailleurs l'expérimentation électro-physiologique.

478. L'observation clinique démontre encore mieux que l'expérimentation électro-musculaire combien l'action latérale exercée par le jambier antérieur sur l'articulation médio-tarsienne est faible et limitée, comparativement à celle du jambier postérieur. J'ai eu l'occasion d'observer un certain nombre de fois la contracture du jambier antérieur ; je déclare n'avoir trouvé, dans aucun de ces cas, la plus légère courbure du bord externe ou du bord interne du pied qui indiquât le moindre mouvement de l'avant pied sur l'arrière-pied, de dehors en dedans.

Pour que l'action adductrice du jambier antérieur se prononce il faut, ainsi que je l'ai démontré, qu'il y ait une contracture du triceps sural en même temps que la contracture de ce muscle ; en d'autres termes, l'action de ce muscle ne se fait sentir sur l'articulation médio-tarsienne que lorsqu'il y a résistance à la flexion du pied.

Assurément le jambier antérieur reste parfaitement étranger au développement de ces varus au troisième degré, dans lesquels le mouvement latéral de l'articulation médio-tarsienne est tel que l'avant-pied est plié à angle droit sur l'arrière-pied, ainsi que la description en a été exposée ci-dessus (475).

479. Chez des personnes dont le pied tournait fréquemment en dedans, pendant la marche, et qui se donnaient ou étaient exposées à se donner ainsi des entorses, j'ai constaté une faiblesse du court péronier latéral.

Des troubles fonctionnels analogues à ceux qui viennent d'être décrits s'observent, mais en sens inverse, lorsque le jambier postérieur est paralysé ou affaibli. Ces faits cliniques

démontrent que ces muscles sont nécessaires pour empêcher le pied de tourner en dedans ou en dehors, pendant la station debout ou la marche.

A la suite de la perte de ces deux muscles, le pied prend, à la longue, l'attitude du valgus de l'arrière-pied, ce qui prouve que, pendant la station sur les pieds, le calcanéum pressé entre le poids du corps et la résistance du sol tend naturellement à tourner en dehors, dans l'articulation calcanéo-astragalienne. Ces faits démontrent l'utilité du jambier postérieur et surtout du triceps sural, qui est, on se le rappelle, extenseur adducteur, pour s'opposer à ce renversement du pied en dehors.

480. Cette déformation, consécutive à la perte du jambier postérieur et du court péronier latéral, est légère, en somme, et occasionne des troubles fonctionnels comparativement moins graves que ceux qui sont produits par la paralysie d'un seul des deux muscles précédents, et surtout du court péronier latéral.

On peut en dire autant de la plupart des paralysies partielles comparées à la paralysie en masse des muscles moteurs du pied sur la jambe. Aussi, ai-je été conduit, d'après l'observation de faits cliniques nombreux, à formuler la proposition suivante : « *Il vaut mieux avoir perdu tous les muscles moteurs du pied sur la jambe, que d'en conserver un certain nombre.* »

Cette proposition, qui a paru paradoxale à quelques personnes, est cependant d'une parfaite vérité. Je possède les moules d'un grand nombre de pieds dont tous les muscles moteurs avaient été atrophiés dès la première enfance, depuis un plus ou moins grand nombre d'années. Eh bien ! ces pieds n'offrent pas d'autre déformation apparente qu'un léger val-

gus de l'arrière-pied dont j'ai fait connaître ci-dessus (479) le mécanisme. Les sujets atteints de cette paralysie n'ont qu'un peu de claudication. Il suffit, pour les faire marcher facilement, d'une chaussure à contreforts solides qui maintienne le pied fléchi à angle droit. — Je me réserve de décrire par la suite les troubles fonctionnels occasionnés, dans le second temps de la marche, par le fait de l'abolition des mouvements du pied sur la jambe et de prouver qu'ils ne sont pas considérables.

Qu'on se rappelle maintenant les graves désordres fonctionnels et les déformations qui sont la suite inévitable de la perte d'un seul des muscles moteurs du pied sur la jambe, par le fait de la rétraction de leurs muscles antagonistes, consécutivement, par exemple, à la paralysie ou à l'atrophie du triceps sural (voy. p. 433, B), du long péronier latéral (voy. p. 439, D), du jambier antérieur (voy. p. 479, D), de l'extenseur commun des orteils (voy. p. 485, C), du jambier postérieur et du court péronier latéral (voy. p. 501, § II). Lorsqu'on voit que les sujets atteints de certaines lésions musculaires partielles doivent presque tous subir des opérations qui ne font qu'améliorer l'attitude ou la forme de leur pied, qu'ils sont en outre condamnés à porter toute leur vie des appareils compliqués, dans le but de rendre la station ou la marche possibles, ou sous peine de voir les contractures et les déformations se reproduire, tout le monde répétera certainement avec moi : *mieux vaut perdre tous les muscles moteurs du pied sur la jambe, qu'un seul de certains muscles.*

## ARTICLE IV.

### MUSCLES QUI MEUVENT LES ORTEILS.

Les muscles qui meuvent les orteils sont au nombre de dix-sept. Trois sont destinés à l'extension des premières phalanges : l'extenseur commun des orteils, l'extenseur propre du gros orteil (*extensor proprius pollicis pedis*), le pédieux (*extensor brevis digitorum pedis*) ; deux à la flexion des troisièmes et secondes phalanges : le long fléchisseur commun des orteils (*flexor longus digitorum pedis*) et son accessoire qui physiologiquement est une dépendance de ce muscle ; deux à la flexion des deuxièmes phalanges : le court fléchisseur commun des orteils (*flexor brevis digitorum pedis*) et le long fléchisseur du gros orteil (*flexor longus pollicis*) ; douze aux mouvements simultanés de flexion des premières phalanges, d'extension des secondes et troisièmes phalanges et de latéralité : les interosseux (*interossei*), les lombricaux (*lumbricales*), l'adducteur du gros orteil (*adductor pollicis pedis*), son court fléchisseur (*flexor brevis pollicis*), et son abducteur (*abductor pollicis*), l'abducteur du petit orteil et son court fléchisseur (*abductor et flexor brevis digiti minimi*).

Le simple énoncé de l'action propre des muscles précédents doit faire pressentir au lecteur que, pour ce qui a trait au mécanisme de leur action, il existe une grande analogie entre ces muscles et ceux qui meuvent les doigts et le pouce de la main. Les considérations qui ont été exposées, sur ce sujet, dans l'étude des muscles moteurs des doigts, sont donc applicables aux muscles moteurs des orteils.

### § I. — Électro-physiologie.

A. — Extenseur commun des orteils, extenseur propre du gros orteil, pédieux.

. Lorsque précédemment, dans le premier article de ce chapitre, j'ai traité de l'extenseur commun des orteils et de l'extenseur propre du gros orteil, au point de vue des mouvements de flexion, que ces muscles impriment au pied sur la jambe, je me suis réservé d'exposer, dans ce quatrième article, l'action spéciale qu'ils exercent sur les orteils, parce que de même que pour les extenseurs des doigts de la main, l'étude physiologique de cette dernière action ne peut être séparée de celle des autres muscles moteurs des orteils, dès qu'il s'agit d'exposer le mécanisme des mouvements physiologiques de ces parties.

Je ferai donc abstraction des mouvements imprimés à l'articulation tibio-tarsienne par les muscles qui produisent l'extension des orteils, bien qu'ils agissent en même temps sur cette articulation et sur l'articulation métatarso-phalangienne.

482. Si l'on provoque la contraction de l'extenseur commun des orteils, au moment où le pied ne reposant pas sur le sol se trouve dans l'attitude au repos musculaire, les quatre derniers orteils s'étendent d'abord en masse sur leurs métatarsiens. Ensuite, lorsqu'à une plus forte contraction de ce muscle le pied est arrivé à un certain degré de flexion sur la jambe, les deux dernières phalanges s'infléchissent sur les premières qui s'étendent encore davantage (voy. fig. 79).

483. Le mécanisme du développement de la griffe que l'on observe alors a une grande ressemblance avec celui de la griffe produite par la faradisation de l'extenseur commun des doigts (voy. fig. 23 et n° 172). C'est-à-dire que, dans ce

cas, la flexion des deux dernières phalanges résulte de l'élongation du long fléchisseur commun des orteils, consécutivement à la flexion du pied et à l'extension des premières phalanges.

Dans ces expériences, la griffe des orteils est beaucoup moins prononcée que la griffe des doigts de la main, principalement parce que les phalanges des orteils sont plus courtes que celles des doigts. Souvent même, au maximum de contraction de l'extenseur commun des orteils, cette griffe apparaît à peine, à cause de la faiblesse relative du long fléchisseur commun des orteils comparativement aux interosseux. — Je montrerai bientôt l'influence que cette faiblesse exerce sur l'attitude des orteils au repos musculaire, et je dirai quelles sont les forces toniques qui concourent à la formation de cette attitude.

Dans les cas même où la contraction électrique la plus énergique de l'extenseur commun des orteils ne produit pas la griffe des orteils, on peut constater, en maintenant les deux dernières phalanges dans la flexion, que ce muscle étend principalement les premières phalanges, car on ne sent pas que cette contraction tende à redresser fortement les deux dernières.

484. L'extenseur propre du gros orteil faradisé se comporte avec la première phalange du gros orteil exactement comme l'extenseur commun des orteils avec les premières phalanges des orteils ; en d'autres termes, au moment où l'extenseur propre du gros orteil étend puissamment la première phalange, la seconde phalange est ordinairement fléchie par l'élongation du long fléchisseur du gros orteil.

Lorsque cette flexion de la seconde phalange du gros orteil n'a pas lieu, pendant la contraction de l'extenseur propre du

gros orteil, à cause de la faiblesse du long fléchisseur du gros orteil, on peut constater, de même que pour l'extenseur commun des orteils, que la puissance d'extension exercée par lui sur la seconde phalange est faible sinon complétement nulle. — Est-il besoin de faire remarquer que l'extenseur propre du gros orteil diffère, par son action limitée à la première phalange, de l'extenseur propre du pouce, qui, comme on l'a vu (voy. p. 207), étend à la fois les deux phalanges du pouce?

485. Je n'ai pas remarqué le moindre mouvement latéral des orteils, pendant que je faisais contracter l'extenseur commun des orteils et l'extenseur propre du gros orteil; l'extension de chaque première phalange se fait alors directement sur son métatarsien.

Il n'en est pas de même du pédieux qui, en produisant l'extension des premières phalanges, les incline latéralement vers le petit doigt. Ce mouvement latéral, très-prononcé dans le gros orteil et dans le second orteil, va en diminuant du troisième au cinquième orteil. Il est à peine appréciable dans ce dernier.

En somme, le pédieux est au long extenseur commun des orteils ce que les extenseurs propres des doigts sont à l'extenseur commun des doigts.

B. — Long fléchisseur commun des orteils et son accessoire, court fléchisseur commun des orteils, et long fléchisseur du gros orteil.

486. Le fléchisseur commun des orteils étant en grande partie recouvert par le triceps sural (jumeaux et soléaire) ne peut être excité directement qu'en dedans du tendon d'Achille, où l'on rencontre encore assez de ses fibres sous-cutanées pour provoquer la flexion des troisièmes phalanges des quatre derniers orteils.

Comme le nerf tibial postérieur se trouve dans le voisinage du point où sont alors posés les rhéophores, l'excitation arrive souvent jusqu'à ce nerf, pour peu que le courant soit intense; de sorte que l'on n'est pas sûr, dans les conditions normales, de ne pas avoir excité le court fléchisseur commun des orteils en même temps que le long fléchisseur commun des orteils. Mais ayant eu l'occasion d'observer des sujets dont tous les muscles de la plante du pied étaient atrophiés, j'étais certain, en plaçant les rhéophores dans le point indiqué ci-dessus, de ne faire contracter que le long fléchisseur commun des orteils. — J'ai aussi fait contracter ce muscle sur des membres fraîchement amputés, et dont tous les muscles avaient été mis à nu.

487. Voici les résultats des expériences que j'ai faites sur ces membres amputés, et dont l'irritabilité était encore intacte. Après avoir mis à nu le long fléchisseur commun des orteils, dans toute son étendue, en enlevant le triceps sural et le court fléchisseur commun des orteils qui le recouvrent, les rhéophores étant ensuite placés sur ce muscle, au niveau du point d'immersion de son nerf propre, de manière à exciter toutes les fibres qui entrent dans sa composition : 1° à un courant modéré, les deux dernières phalanges se sont infléchies sur les premières, les troisièmes avec plus de force que les deuxièmes ; 2° au maximum de contraction, les premières phalanges se sont infléchies aussi, mais sans force ; 3° les orteils, surtout les deux derniers, ont éprouvé, pendant leur flexion, un mouvement de torsion sur leur axe, de telle sorte que leurs extrémités regardaient en dedans.

Il ressort de cette expérience, que le long fléchisseur commun des orteils fléchit avec force seulement les troisièmes phalanges, car pendant la contraction de ce muscle au maxi-

mum, je ne pouvais redresser les troisièmes phalanges, tandis que les secondes cédaient au plus léger effort que je faisais pour les étendre sur les premières. Quant à celles-ci, elles n'offraient presque pas de résistance à l'extension.

Ce muscle agit donc sur la flexion des phalanges des orteils, de la même manière que le fléchisseur profond des doigts.

488. Un fait important a été mis en lumière par cette même expérience : c'est le mouvement de rotation de dehors en dedans sur l'axe de la première phalange, et d'inclinaison latérale en dedans, qu'éprouvent les deux phalanges infléchies, sous l'influence du long fléchisseur commun des orteils.

La direction oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant des tendons de ce muscle, à partir de leur point de réflexion en arrière et au-dessous de la malléole interne, rend parfaitement compte de l'action rotatrice et de l'inclinaison latérale légère qu'ils exercent sur chacune des premières phalanges, pendant la flexion des deux dernières, et cela d'autant plus fortement, que les tendons ont une direction plus oblique.

489. Si je faradisais l'accessoire, alors que le long fléchisseur commun avait déjà, par sa contraction isolée, imprim aux orteils le faux mouvement que je viens de décrire, les phalanges étaient ramenées dans la flexion directe ; ou bien faisais-je contracter ensemble le long fléchisseur commun des orteils et son accessoire, les phalanges s'infléchissaient directement sur les métatarsiens.

Je ne crois pas que l'accessoire agisse quelquefois isolément, car lorsque je l'ai fait contracter, même avec un courant des plus intenses, il n'a pu produire la flexion des troisièmes phalanges qu'avec faiblesse, une partie de son rac

courcissement étant employée à changer la direction des tendons du long fléchisseur commun des orteils. Ce muscle est donc une dépendance du long fléchisseur commun des orteils, dont il corrige les faux mouvements, en donnant aux tendons de ce muscle une action antéro-postérieure, dont il augmente la puissance.

490. Le court fléchisseur commun des orteils, mis en contraction par un courant électrique modéré, fléchit puissamment les deuxièmes phalanges et faiblement les premières. Les troisièmes phalanges, entraînées par les secondes, semblent aussi s'infléchir alors; mais on peut voir qu'elles n'opposent aucune résistance au mouvement d'extension qu'on leur imprime sur les secondes.

Voici comment j'ai constaté la faiblesse d'action que ce muscle exerce sur les premières phalanges. Pendant que je produisais la flexion des secondes phalanges, en le faradisant, j'ai excité l'extenseur commun des orteils; à l'instant les premières phalanges se sont redressées sur leurs métatarsiens, et les orteils ont pris la forme d'une griffe.

J'ai obtenu également cette griffe des orteils en mettant simultanément en contraction l'extenseur commun des orteils et le long fléchisseur commun des orteils, à l'aide du courant le plus intense.

Ces faits démontrent que le court fléchisseur commun des orteils exerce une action puissante seulement sur les deuxièmes phalanges, ou que la force avec laquelle il fléchit les premières phalanges est trop faible pour neutraliser la moindre contraction des extenseurs des premières phalanges des orteils (l'extenseur commun des orteils et le pédieux). — C'est ce qui, d'ailleurs, sera parfaitement démontré par l'observation clinique.

491. J'ai fait contracter ensemble le court fléchisseur commun des orteils et le long fléchisseur commun des orteils, sans obtenir, à l'aide du premier, le redressement du mouvement vicieux que le second muscle imprime aux phalanges infléchies, comme par la contraction de son accessoire.

Cette expérience démontre que l'accessoire est le seul muscle destiné à ce redressement des orteils déviés par la contraction du long fléchisseur commun des orteils.

492. Lorsque sur des membres récemment amputés et disséqués, j'ai fait contracter le long fléchisseur du gros orteil, la deuxième phalange s'est infléchie avec une grande force sur la première, qui a été entraînée dans le même mouvement, mais j'ai pu replacer celle-ci, sans effort, dans l'extension sur le premier métatarsien.

Ou bien quand j'ai fait contracter à la fois et avec un courant d'égale intensité, l'extenseur propre du gros orteil et son long fléchisseur, la seconde phalange s'est infléchie, tandis que la première s'est étendue.

Ces expériences démontrent que le long fléchisseur du gros orteil est fléchisseur puissant de la seconde phalange et que relativement il fléchit très-faiblement la première.

Ce fait physiologique est confirmé par l'observation clinique ; il peut seul donner la clef de certaines déformations des orteils, comme on le verra par la suite.

C. — Interosseux et lombricaux du pied. Abducteur et court fléchisseur du petit orteil. Adducteur et court fléchisseur du gros orteil.

493. Lorsqu'on pose les rhéophores sur l'un des interosseux, le pied ne reposant pas sur le sol et étant maintenu fléchi à angle droit sur la jambe, pendant le repos musculaire, on observe, au moment où passe le courant, trois mouve-

ments différents : 1° un mouvement latéral d'adduction ou d'abduction suivant la position de l'interosseux ; 2° un mouvement d'inflexion de la première phalange sur son métatarsien ; 3° un mouvement d'extension des deux dernières phalanges. — Tous ces mouvements semblent se faire simultanément.

Sur le vivant, cette expérience n'est praticable que sur les interosseux dorsaux du pied. J'ai obtenu les mêmes mouvements en excitant les interosseux plantaires sur des membres amputés, disséqués et dont l'irritabilité n'était pas encore éteinte.

494. Le mouvement en sens inverse de flexion des premières phalanges et d'extension des deux dernières est des plus frappants, lorsque le pied n'appuyant pas sur le sol, les orteils, au repos musculaire, décrivent naturellement une courbe à convexité supérieure ; on les voit en effet devenir immédiatement rectilignes, sous l'influence de l'excitation électrique.

Si les orteils ne présentent pas cette dernière conformation, c'est-à-dire s'ils sont naturellement rectilignes, on peut encore constater ce mouvement en sens inverse des phalanges, lorsque après avoir refoulé avec le doigt l'extrémité de l'orteil sur lequel l'on veut expérimenter, de manière à lui donner une forme curviligne, on localise le courant dans son interosseux. Alors le doigt est repoussé avec force par l'orteil, et l'on voit la première phalange s'infléchir, pendant que les deux dernières s'étendent.

J'ai répété cette expérience des centaines de fois, elle a toujours donné les mêmes résultats.

495. Le mouvement de flexion des premières phalanges des orteils est bien loin d'être aussi étendu que celui des premières phalanges des doigts. Dans le premier cas, l'angle de flexion de la première phalange sur le métatarsien est de

25 à 30 degrés, tandis que, dans le second, il atteint presque 90 degrés.

Les interosseux des orteils auraient pu cependant produire ce mouvement avec assez de force, pour imprimer aux premières phalanges le même degré de flexion que les interosseux de la main, si les articulations métarso-phalangiennes n'y avaient mis obstacle mécaniquement. On sait en effet que les ligaments latéraux de ces articulations ne permettent pas la flexion des premières phalanges au delà d'un angle de 25 à 30 degrés.

496. Le *court fléchisseur du petit orteil* agit, sous l'influence de l'excitation électrique, sur la flexion de la première phalange et sur l'extension des deux dernières, exactement de la même manière que son interosseux adducteur ; en outre, il incline sa première phalange en dehors. Il doit donc, au point de vue physiologique, être compris dans l'ordre des muscles interosseux. Chacun des trois autres orteils possède deux interosseux, l'un abducteur et l'autre adducteur, et se combinent entre eux, afin de produire la flexion directe de leurs premières phalanges. Il en doit être de même pour le petit orteil. En effet, celui-ci possédant un interosseux adducteur situé à son côté interne, il lui fallait un muscle analogue, abducteur de la première phalange ; c'est le muscle dit court fléchisseur du petit orteil qui remplit cette fonction. S'il n'existait pas, la force tonique de l'interosseux adducteur dévierait le petit orteil en dedans, comme le prouvent du reste les faits cliniques dans lesquels le court fléchisseur du petit orteil est paralysé ou atrophié. Le court fléchisseur du petit orteil est donc une sorte d'interosseux abducteur, modérateur nécessaire de l'interosseux abducteur ou du quatrième interosseux plantaire.

497. L'*abducteur du petit orteil* faradisé incline la première phalange en bas et beaucoup plus en dehors que son court fléchisseur. En même temps il produit, mais très-faiblement, comparativement au court fléchisseur du petit orteil et aux interosseux, l'extension des deux dernières phalanges.

498. L'*adducteur du gros orteil* faradisé imprime simultanément aux phalanges du gros orteil trois mouvements différents : 1° il fléchit sa première phalange ; 2° la porte dans l'adduction ; 3° étend en même temps sa deuxième phalange.

La dénomination d'adducteur donnée à ce muscle semble indiquer qu'il est principalement ou seulement destiné à produire le mouvement d'adduction du gros orteil.

499. Mes lecteurs comprendront, sans doute, difficilement que l'adducteur du gros orteil puisse produire l'extension de la deuxième phalange, pendant qu'il en fléchit la première. C'est cependant un fait qu'ils pourront rendre évident, en expérimentant de la manière suivante : qu'ils placent la première phalange dans l'extension, et la seconde dans la flexion, en appuyant sur l'extrémité du gros orteil d'avant en arrière, et qu'ils excitent ensuite fortement son adducteur ; à l'instant, la première phalange s'abaissera et la seconde s'étendra sur la première avec une certaine force. Il est évident que si l'adducteur du gros orteil produisait seulement la flexion de la première phalange, au moment où celle-ci s'abaisserait, dans cette expérience, la dernière resterait fléchie sur la première.

Le fait expérimental que j'annonce peut paraître paradoxal ; il sera cependant bientôt rendu incontestable par l'observation clinique.

500. Sur des membres fraîchement amputés, encore irritables, dont j'avais mis à nu les muscles de la couche profonde de la plante du pied, j'ai étudié l'action propre du *court flé-*

*chisseur*, de l'*abducteur oblique* et de l'*abducteur transverse du gros orteil* (qui ne peuvent être faradisés directement chez le vivant). Voici les résultats de la faradisation localisée de ces muscles ou de leurs différentes portions :

1° La portion interne du court fléchisseur du gros orteil a abaissé la première phalange, en l'inclinant notablement en dedans, à un degré moins prononcé toutefois que l'adducteur du gros orteil. En même temps la seconde phalange s'est étendue sur la première.

2° La portion externe de ce muscle a imprimé exactement les mêmes mouvements aux phalanges du gros orteil que sa portion interne, mais l'inclinaison latérale avait lieu en dehors.

3° De même que la portion externe du court fléchisseur du gros orteil, l'abducteur oblique de celui-ci a fléchi la première phalange et l'a inclinée en dehors ; mais cette inclinaison latérale externe était beaucoup plus prononcée que par la portion externe du court fléchisseur. Enfin l'abducteur oblique a produit en même temps l'extension de la deuxième phalange.

4° L'abducteur transverse a attiré fortement en dehors la tête du premier métatarsien et le gros orteil qu'il a incliné en dehors un peu moins que l'abducteur oblique. Ce mouvement d'abduction de la tête du premier métatarsien et de la première phalange était exécuté avec une grande force ; les têtes des métatarsiens auxquels s'attachait chacun des faisceaux de l'abducteur transverse, étaient attirées en dedans et se serraient les unes contre les autres, mais avec beaucoup moins de force que le mouvement contraire de la tête du premier métatarsien et du gros orteil.

501. Ayant faradisé alternativement et comparativement chacun des faisceaux ou muscles qui se rendent aux os sésa-

moïdes du gros orteil, j'ai constaté que le degré d'inclinaison latérale du gros orteil propre à son abducteur oblique était à peu près le même que celui qui est produit par son antagoniste, l'adducteur du gros orteil. Il en a été de même des deux portions du court fléchisseur du gros orteil. Faisant ensuite contracter successivement chacun de ces muscles où chacune de ces portions musculaires, de dedans en dehors ou de dehors en dedans, j'ai fait décrire au gros orteil un demi-cercle dans les deux sens.

Enfin j'ai fait contracter à la fois les masses musculaires qui se rendent dans les deux os sésamoïdes; alors la première phalange s'est infléchie directement avec une grande force.

Il ressort en somme de ces expériences : 1° que la masse musculaire destinée aux os sésamoïdes du gros orteil, se divise en deux groupes distincts qui fléchissent la première phalange et l'inclinent en même temps latéralement, à des degrés divers, l'un (l'adducteur et la portion externe du court fléchisseur) en dedans, l'autre (l'abducteur oblique et la portion externe du court fléchisseur) en dehors ; 2° qu'il n'existe pas de court fléchisseur direct du gros orteil ; mais que les muscles ou faisceaux musculaires qui, par leur action isolée, le meuvent obliquement en bas et latéralement, se réunissent pour en opérer puissamment la flexion directe.

Ces mouvements obliques en bas et latéralement de la première phalange étaient nécessaires aux usages du pied; je vais le démontrer.

502. Lorsqu'à la fin du premier temps de la marche, le talon a été élevé et séparé du sol par la contraction du triceps sural, la partie interne de l'avant-pied, principalement la saillie sous-métatarsienne, est abaissée par le long péronier latéral et appuie fortement contre le sol, afin d'imprimer au corps une

impulsion en avant (voy. 403). A ce moment, tous les muscles ou faisceaux musculaires qui s'attachent aux deux os sésamoïdes du gros orteil, se contractent énergiquement, afin d'abaisser la première phalange avec une force considérable et pour continuer le mouvement d'impulsion du corps en avant, avec le concours du puissant long fléchisseur du gros orteil qui déprime fortement la dernière phalange contre le sol, un peu avant que le pied s'en détache. Cette même série de mouvements est produite, dans la course, le saut, etc., par des contractions musculaires plus fortes et plus brusques. Dans cette fonction du pied — des plus importantes assurément — la flexion du gros orteil qui est exécutée, avec une très-grande puissance, par tous les muscles qui aboutissent aux os sésamoïdes, doit avoir lieu et elle se fait en effet directement en bas, parce que l'orteil appuie sur le sol par sa face inférieure.

503. Mais dans certaines circonstances assez fréquentes, où le gros orteil appuie sur le sol par sa face antéro-latérale, pendant l'extension du pied, il est nécessaire, on le conçoit, qu'une force musculaire fléchisse celui-ci en sens contraire, c'est-à-dire obliquement en bas et en dedans ; c'est principalement à cet usage qu'est destinée l'action oblique en dedans et en bas du groupe musculaire qui s'attache l'os sésamoïde interne. Ce groupe puissant, surtout à cause du volume considérable de l'adducteur du gros orteil, est appelé à fonctionner souvent.

Lorsqu'on pousse avec force, devant soi, un corps qui oppose de la résistance, un des membres inférieurs est porté en arrière et, de ce côté, l'extrémité antérieure et interne du pied dont la pointe regarde en dehors, appuie contre le sol. Dans cette attitude du pied, la saillie sous-métatarsienne et le gros

orteil sont repoussés par la résistance du sol de dehors en dedans et de bas en haut. Ai-je besoin de dire que la masse musculaire qui s'attache à l'os sésamoïde externe, réagit contre cette résistance du sol, en fléchissant le gros orteil en dehors et en bas? Dans ces conditions, l'abducteur transverse maintient solidement en dehors la tête du premier métatarsien, en même temps que la première phalange du gros orteil.

D'un autre côté, si l'on considère que l'os sésamoïde externe reçoit tous les faisceaux de ce même abducteur transverse, qui naissent au niveau de la face inférieure des têtes des métatarsiens, pour aller se fixer en dehors de l'extrémité antérieure du premier métatarsien, on comprend que la tête de celui-ci doive être attirée par ce muscle de dedans en dehors, avec plus de force que les têtes des autres métatarsiens ne le sont de dehors en dedans.

504. Comme l'abducteur transverse s'attache en dehors de la base de la première phalange du gros orteil, près de l'articulation métatarso-phalangienne, et que son action s'exerce transversalement, ce muscle incline très-peu latéralement cette phalange et attire plutôt sa base en dehors, et avec elle la tête du premier métatarsien.

On saisit mieux le degré d'utilité de ce muscle, qui doit être considéré comme une sorte de ligament actif des têtes des métatarsiens et surtout du premier métatarsien, lorsqu'on observe le pied nu, posant à plat sur le sol, dans certains mouvements de la marche ou pendant la station debout (1).

(1) J'ai étudié, sur un assez grand nombre de sujets de différents âges, habitants des campagnes ou des montagnes, qui marchaient habituellement nu-pieds, les mouvements du pied ou la forme de ses différentes parties, pendant la station et la marche. C'est le résultat de quelques-unes de ces observations que j'expose ici.

Après le deuxième temps de la marche (lorsqu'un des membres a oscillé d'arrière en avant), le pied, au moment où il est appliqué sur le sol, est aplati par le poids du corps. Cela était connu et enseigné. Mais il était intéressant de savoir comment il s'aplatissait, ou, en d'autres termes, quels changements éprouvaient les différentes parties de l'avant-pied, par le fait de cet aplatissement. Voici ce que j'ai remarqué, par exemple, chez des sujets dont le pied parfaitement conformé, bien cambré, offrait une belle voûte plantaire, pendant qu'il oscillait. Au moment où ce pied s'appliquait contre le sol, cette voûte s'effondrait et disparaissait presque entièrement, en raison du mouvement de bas en haut de la tête du premier métatarsien, repoussée dans cette direction par le résistance du sol. Alors l'avant-pied était considérablement élargi, principalement par l'écartement de dedans en dehors du premier métatarsien qui semblait menacé de se détacher du second, surtout lorsque les épaules étaient chargées d'un lourd fardeau. Mais dès que l'impulsion du corps en avant était donnée par la contraction du triceps sural qui élevait le talon, le long péronier latéral qui abaissait en même temps la saillie sous-métatarsienne, rétablissait la courbe de la voûte plantaire et diminuait le diamètre transversal de l'avant-pied, en rappochant les os cunéiformes les uns des autres.

Eh bien! lorsqu'on voit, à un certain moment du premier temps de la marche où le pied s'aplatit, la tête du premier métatarsien s'écarter autant du second, on comprend combien est utile l'abducteur transverse, cette espèce de ligament actif qui agit en sens contraire de cet écartement des têtes des métatarsiens et qui consolide ainsi le ligament métatarsien transverse antérieur.

### § II. — Physiologie pathologique.

505. Lorsque l'extenseur commun des orteils (fléchisseur abducteur du pied) est paralysé, la forme et l'attitude des quatre derniers orteils sont changées; les premières phalanges sont légèrement infléchies et les deux dernières sont étendues sur les premières. La forme rectiligne que prennent alors les orteils contraste d'une manière frappante avec la courbe à convexité dorsale qu'ils décrivent habituellement.

Cette déformation des orteils, consécutive à la paralysie de l'extenseur commun des orteils, est due à la prédominance tonique des interosseux et des lombricaux, qui alors maintiennent les premières phalanges infléchies et les deux dernières étendues sur les premières.

Voici la preuve expérimentale de l'exactitude de cette théorie : Si, dans ces cas pathologiques, on repousse d'avant en arrière l'extrémité des orteils, de manière à renverser les premières phalanges sur les métatarsiens et à infléchir les deux dernières, et que l'on faradise les interosseux, on voit les premières phalanges s'infléchir puissamment, pendant que les deux dernières s'étendent. Lorsqu'alors, au lieu de faradiser les interosseux, on engage le sujet à redresser ou à rendre ses orteils rectilignes, pendant que l'on maintient, comme ci-dessus, les deux dernières phalanges courbées et les premières étendues, les phalanges exécutent volontairement les mêmes mouvements que par l'excitation des interosseux.

Ce fait clinique démontre que, malgré la paralysie de l'extenseur commun des orteils, les deux dernières phalanges peuvent être étendues sur les orteils, et cela par les interosseux et les lombricaux.

506. Voyons maintenant, pour bien déterminer l'action

réelle de l'extenseur commun des orteils sur les phalanges, quels sont les troubles fonctionnels occasionnés dans l'attitude des orteils et dans les mouvements de leurs phalanges par la paralysie ou l'atrophie des interosseux et des lombricaux, — affection locale que j'ai eu l'occasion d'observer, à des degrés divers, soit dans les paralysies de l'enfance, soit dans certaines paralysies congénitales.

Lorsque les interosseux du pied ont perdu leur action, l'attitude que prennent les orteils au repos musculaire, est contraire à celle qui est consécutive à la paralysie de l'extenseur commun des orteils. Les premières phalanges se renversent sur les métatarsiens, et les deux dernières s'infléchissent sur les premières (voy. la fig. 93). Si le sujet cherche à étendre ses orteils, ses premières phalanges se renversent encore davantage sur les métatarsiens, et la flexion des deux dernières augmente. Dans la plupart des cas, les interosseux ne répondent pas à l'excitation électrique, soit qu'ils aient perdu leur irritabilité, soit qu'ils aient été détruits par l'atrophie.

Il est donc établi, par ces faits cliniques, que l'extenseur commun des orteils n'exerce pas sur les deux dernières phalanges une action assez puissante pour les empêcher d'être infléchies par la résistance tonique des fléchisseurs des orteils, tandis que ce muscle étend les premières phalanges avec une force telle, que celles-ci se subluxent à la longue, progressivement en haut et en arrière sur les têtes des métatarsiens, et que les orteils prennent la forme de griffes très-prononcées (voy. fig. 93).

507. Comme corollaire des faits cliniques exposés ci-dessus (505 et 506), on doit conclure que physiologiquement l'extenseur commun des orteils est seulement extenseur des pre-

mières phalanges, et que les interosseux sont les extenseurs réels des deux dernières phalanges.

Lorsqu'on observe une ressemblance aussi parfaite, dans les changements d'attitude et dans les troubles des mouvements des orteils et des doigts, consécutivement à la paralysie des extenseurs communs ou des interosseux, il semble que l'on a eu raison de dire : *pes altera manus*.

Mais il est bien entendu que cela n'est vrai qu'au point de vue pathologique, car les fonctions que l'extenseur commun des orteils et des interosseux du pied est appelé à remplir, sont bien différentes de celles des extenseurs des doigts et des interosseux de la main.

508. Les muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil, à l'exception de l'abducteur transverse, sont fléchisseurs de la première phalange et extenseurs de la seconde du gros orteil. Si ce fait n'était pas ressorti, ci-dessus, de l'expérimentation électro-physiologique (voy. 499, 500 et 501), l'observation clinique suffirait pour le démontrer. Les sujets affectés de griffes des orteils, consécutivement à la paralysie où à la faiblesse des interosseux plantaires, présentent ordinairement, au repos musculaire, la griffe du gros orteil (voy. fig. 93), c'est-à-dire le renversement de la première phalange du gros orteil sur le premier métatarsien, et la flexion de sa seconde phalange. En outre, la courbe de la voûte plantaire augmente, il se forme un pied creux. Les sujets veulent-ils redresser le gros orteil parallèlement à leur métatarsien ou fléchir le pied sur la jambe, la déformation de l'orteil et la courbe de la voûte plantaire augmentent considérablement.

Dans ces cas, j'ai constaté l'atrophie ou la paralysie, à des degrés divers, des muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes ;

la déformation du gros orteil était toujours en raison directe du degré de la lésion musculaire. Je dois faire observer que la flexion de la deuxième phalange n'est pas occasionnée ici par la contracture du long fléchisseur du gros orteil, car on pouvait étendre facilement cette seconde phalange sur la première.

Ce fait clinique prouve que l'extenseur propre du gros orteil exerce sur la seconde phalange du gros orteil une puissance d'extension bien faible, et qu'en réalité ce muscle est seulement extenseur de la première phalange. — J'en ferai connaître bientôt la raison anatomique.

509. Il est essentiel que j'expose le mécanisme du développement de la griffe des orteils, sous l'influence de l'action exagérée de leurs extenseurs, afin que l'on sache quelle influence tel ou tel degré de force tonique de ces muscles peut exercer sur l'attitude de leurs phalanges et sur la conformation de la voûte plantaire.

Cette étude clinique démontrera que la forme normale des orteils dépend d'un certain équilibre existant entre la force tonique des extenseurs des orteils et celle des interosseux, et des muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil. Elle fera ressortir en outre l'utilité de cet équilibre entre les forces toniques de ces muscles.

J'avais déjà donné ailleurs, en 1862, l'explication de ce mécanisme (1); comme les nouveaux faits cliniques que j'ai recueillis depuis lors, l'ont justifiée complétement, je vais la reproduire ici.

Je choisirai, comme exemple, une conformation vicieuse du pied, ordinairement congénitale, qui est assez commune, et

(1) *De l'Électrisation localisée*, 2e édit., p. 824.

dont la genèse est cependant restée inconnue jusqu'ici. J'appellerai cette espèce de pied bot : *griffe pied creux, par atrophie des muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil et des interosseux du pied.* La figure 93 représente cette espèce de pied bot, dessiné d'après le plâtre d'un sujet qui était entré à l'hôpital de la Clinique, dans le service de M. Nélaton, pour y être traité de douleurs siégeant à la plante du pied. J'ai constaté, dans ce cas, par l'exploration électrique, l'absence des muscles interosseux, adducteur et court fléchisseur du gros orteil.



Fig. 93 (*).

On voit dans cette figure 93 : 1° que les premières phalange sont étendues, au point d'être subluxées en arrière sur la tête des métatarsiens, tandis que les dernières phalanges sont infléchies sur les premières, et forment ainsi la griffe ; 2° que la courbe de la voûte plantaire est considérablement augmentée.

Voici la genèse de ce pied bot, *griffe pied creux*. Lorsque les muscles interosseux sont paralysés, atrophiés ou affaiblis, la force tonique des muscles qui étendent les premières phalanges, et celle des muscles qui fléchissent les dernières phalanges, n'étant plus modérée, la griffe des orteils que je viens de décrire et qui est représentée dans cette figure, augmente graduellement. L'extrémité postérieure des premières phalanges déprime la tête des métatarsiens avec d'autan plus de force, que ces premières phalanges sont plus subluxée

(*) *Griffe pied creux* par atrophie des muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil et des interosseux du pied.

sur les têtes de ces métatarsiens ; alors la courbe formée par la voûte plantaire augmente considérablement, et l'aponévrose plantaire se rétracte, à la longue ; et puis certaines articulations, principalement l'articulation médio-tarsienne, et leurs ligaments, se déforment, comme dans tous les pieds creux. On voit donc que le mécanisme de cette griffe est absolument le même qu'à la main, où les têtes des quatre derniers métacarpiens sont également refoulées par les premières phalanges des doigts. Il en résulte une espèce de creux dans la paume de la main.

510. Les désordres fonctionnels occasionnés par la déformation des doigts du pied, consécutivement à la faiblesse des interosseux et des lombricaux, et des muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil, feront ressortir le degré d'utilité des muscles dont il est ici question.

J'ai démontré (page 186, G, et page 190, H) que la griffe de la main en annule tous les usages ; au pied, la griffe des orteils est comparativement beaucoup moins grave. Elle rend seulement quelquefois la station et la marche douloureuses, lorsqu'elles sont trop prolongées. En voici la raison. A l'état normal et dans la station debout, le point d'appui de l'avant-pied est partagé par les têtes des métatarsiens et par les orteils, principalement par le gros orteil ; et puis, pendant le premier temps de la marche, le pied se déroulant du talon à la pointe, les orteils, et principalement les premières phalanges des deux premiers orteils, abaissés puissamment par leurs muscles fléchisseurs (les interosseux et les muscles adducteur et abducteur du gros orteil), sont les derniers qui donnent au tronc l'impulsion en avant. La paralysie des muscles précédents rend impossible l'entier accomplissement de ce mouvement fonctionnel du pied ; en effet, celui-ci ne

peut plus se dérouler que du talon aux têtes des métatarsiens, ou plutôt à la saillie sous-métatarsienne du gros orteil, et les phalanges des orteils restent alors relevées sur les métatarsiens, en formant la griffe comme dans la figure 93. On comprend que les parties de la plante du pied qui correspondent à la face inférieure des têtes des métatarsiens, deviennent douloureuses à la pression, surtout après une longue marche ou une station debout un peu prolongée.

C'est justement ce qui est arrivé au malade qui est entré à la clinique de M. Nélaton, dont la griffe pied creux est reproduite dans la figure 93. Cet homme, dont les pieds présentaient cette déformation congénitale, avait commencé à souffrir à la plante du pied, au niveau des saillies sous-métatarsiennes et beaucoup plus à la saillie sous-métatarsienne du gros orteil, vers l'âge de dix à douze ans, époque à laquelle il a fait son apprentissage d'ouvrier maçon. Ses douleurs étaient toujours provoquées par une longue marche ou après un travail forcé, pendant lequel il devait rester debout. Elles ne l'obligeaient pas jadis d'interrompre son travail ; un peu de repos les faisait disparaître ; mais depuis quelque temps elles étaient devenues telles, qu'il ne pouvait exercer huit à quinze jours de suite son état de maçon, sans devoir chercher un asile dans nos hôpitaux, pendant une semaine au moins, pour se faire guérir de ses douleurs à l'aide du repos ou d'autres moyens. La griffe pied creux, ai-je dit, était double chez cet individu, mais beaucoup moins prononcée à droite qu'à gauche. Aussi ai-je pu démontrer, de ce dernier côté, où les interosseux étaient seulement affaiblis, qu'ils répondaient un peu à l'excitation électrique, — ce qui n'avait pas lieu du côté opposé, — et que, sous l'influence d'un fort courant, ils pouvaient redresser encore les deux dernières phalanges des

orteils et infléchir les premières. Enfin, de ce côté droit, la plante du pied était beaucoup moins douloureuse que du côté gauche. — Je dois ajouter que cette conformation des orteils dispose au mal perforant.

511. J'ai recueilli une dizaine de faits analogues à celui-ci; néanmoins on n'oubliera pas que j'ai fait mes réserves sur ce point, en déclarant que cette conformation des orteils et du pied n'occasionne pas toujours ces douleurs névralgiques, ni même de troubles fonctionnels, dans la station et la marche. J'en observe actuellement, dans le service de Nélaton, un exemple remarquable chez un homme qui est entré à l'hôpital de la Clinique afin de se faire soigner d'une autre affection chirurgicale. La conformation de ses orteils et de son pied est absolument semblable à celle dont il vient d'être question ci-dessus. Le sujet dit qu'elle date de sa première enfance, et que cependant il n'a jamais éprouvé de douleurs dans la plante du pied. Il a fait récemment à pied le voyage de Calais à Paris.

Depuis que je poursuis ces recherches sur la conformation des orteils et du pied (souvent sur les malades de tout un service d'hôpital), je déclare que j'ai rencontré un grand nombre de ces déformations, à des degrés divers, sans que les sujets qui en étaient atteints, même au plus haut degré, en éprouvassent, disaient-ils, des douleurs plantaires ou une grande gêne dans la marche et la station. Toutefois, en interrogeant avec soin les individus atteints de ces déformations, j'ai appris d'eux qu'en général ils n'avaient jamais pu courir vite.

512. Il était intéressant, au point de vue esthétique, de rechercher quelle influence la force tonique de tous ces muscles moteurs des orteils exerce sur la conformation des doigts du pied.

La forme rectiligne des doigts du pied est l'opposé de la griffe pied creux congénitale, par faiblesse des interosseux et des muscles qui aboutissent aux sésamoïdes du gros orteil. C'est la puissance tonique prédominante de ces muscles qui produit cette attitude ou conformation des doigts du pied. Je l'ai constaté par l'exploration électrique sur un grand nombre de pieds dont les deux dernières phalanges des orteils et la seconde du gros orteil étaient redressées sur les premières phalanges, pendant le repos musculaire et alors que le pied ne reposait pas sur le sol. Est-il besoin de dire que cette conformation des orteils n'occasionne aucun trouble, aucune douleur?

Entre les deux extrêmes dont il vient d'être question, de même qu'entre un beau pied cambré et le pied plat à son plus haut degré, j'ai observé des intermédiaires, qui s'étaient toujours formés en vertu de l'équilibre des forces antagonistes des muscles qui meuvent les phalanges des doigts du pied en sens inverse. Ainsi, à partir de la légère courbe gracieuse des orteils, adoptée dans la statuaire antique et qui m'a paru la forme la plus générale, j'ai remarqué bien des variétés de ces courbes diverses, allant en augmentant jusqu'à la limite de la *griffe pied creux* ci-dessus décrite (voy. 509).

Les faits que j'expose, et surtout l'étude du mécanisme physiologique de leur production, sont intéressants, non-seulement au point de vue de la beauté de la forme du pied, mais aussi, lorsque la griffe des orteils existe à un certain degré, à cause de la difficulté de chausser élégamment le pied, sans produire des durillons, des cors plus ou moins douloureux, siégeant ordinairement sur le gros et le petit orteil, au niveau du sommet de l'angle formé par le renversement de la première phalange et la flexion de la seconde.

Avec une griffe des orteils à son premier degré, la forme du pied commence à être déjà disgracieuse. Lorsque cette griffe est arrivée à un degré tel que la courbe de la voûte plantaire a augmenté notablement, le pied est laid; il est plus laid encore lorsque la déformation est à son maximum.

L'ouvrier se résigne à porter de larges chaussures, appropriées à la déformation de son pied. Aussi souffre-t-il rarement de ces durillons situés à la face dorsale de ses doigts. Il n'en est pas de même des gens qui sont nés dans une classe plus élevée. Au sortir du collége, ils ne se résignent pas longtemps à porter des chaussures assez larges à leur extrémité pour ne pas comprimer leurs griffes, qui s'impriment quelquefois un peu dans le cuir. Ils veulent porter des chaussures élégantes et moins carrées à leur extrémité. Alors on voit bientôt se former sur la face dorsale des orteils, des cors, des durillons extrêmement douloureux. — On me permettra de dire, en passant, que la connaissance de la cause musculaire et du mécanisme du développement des conformations vicieuses des orteils m'a conduit à rechercher les moyens d'arrêter leur développement. Ils consistent à faradiser les interosseux et les muscles qui aboutissent aux os sésamoïdes du gros orteil, et à appliquer certains moyens prothétiques. Mais ce n'est point ici le lieu de traiter cette question de thérapeutique.

Tous ces faits cliniques montrent combien est compliqué le jeu des forces toniques musculaires antagonistes qui président à l'attitude et à la conformation normale des doigts du pied.

Désirant compléter cette étude, j'ajouterai qu'il suffit de la faiblesse ou de la paralysie de l'un de ces interosseux, ou des muscles qui vont aux os sésamoïdes du gros orteil, pour que

le doigt du pied, qu'il meut latéralement, soit entraîné dans la direction latérale opposée, par la force tonique prédominante de son antagoniste. J'ai recueilli des faits cliniques en nombre assez grand, qui démontrent que telle est la cause ordinaire de ces déviations latérales des doigts du pied, dans lesquelles on voit ceux-ci s'entrecroiser. Mais cela m'entraînerait trop loin, et n'offre qu'un intérêt secondaire. Je dirai seulement que les chaussures à semelles trop serrées et trop étroites qui compriment ces muscles, et surtout l'adducteur du gros orteil, produisent fréquemment leur atrophie, et conséquemment ces déviations latérales des orteils.

513. En somme, il est démontré par tout ce qui précède que l'espèce de pied creux décrit ci-dessus, est produite par une action exagérée et continue des extenseurs des premières phalanges des orteils (extenseur commun des orteils et extenseur propre du gros orteil), consécutivement à la faiblesse ou à la paralysie de leurs antagonistes (les muscles interosseux, adducteur, abducteur et court fléchisseur du gros orteil). En conséquence, tout excès d'action de ces mêmes muscles extenseurs des premières phalanges, quelle qu'en soit la cause, doit produire des résultats absolument identiques.

La connaissance de ce fait met en lumière la genèse de la griffe pied creux que l'on voit se former dans l'équinisme, lorsque l'extenseur commun des orteils a conservé sa contractilité volontaire.

Que l'on me permette d'exposer ici le mécanisme de la *griffe pied creux équin*. Je n'ai pas voulu séparer son étude de celle de la griffe pied creux par atrophie des muscles interosseux, adducteur, abducteur et court fléchisseur du gros orteil; car dans ces deux espèces de pied creux, le mode de développement est le même, ainsi que je vais le démontrer. Dès

qu'un équin commence à s'opposer à la flexion du pied sur la jambe, les muscles qui concourent à cette flexion agissent, pour la produire, d'une manière exagérée et avec d'autant plus d'effort, que l'équin est arrivé à un plus haut degré. Cet effort se traduit alors par une extension plus grande des premières phalanges auxquelles s'attachent plusieurs de ces muscles fléchisseurs du pied (l'extenseur commun des orteils et l'extenseur propre du gros orteil). Cette action musculaire exagérée et incessante renverse progressivement et finit par subluxer les premières phalanges sur la tête des métatarsiens : de là l'augmentation progressive de la voûte plantaire, parallèlement au degré de l'équin, sous l'influence de la dépression des têtes des métatarsiens, et surtout du premier métatarsien, par les premières phalanges des orteils. L'attitude d'extension continue que le pied, au repos musculaire, conserve dans l'équinisme, contribue plus puissamment encore à former ce pied creux, en allongeant les muscles extenseurs des orteils, qui entraînent alors les premières phalanges dans une extension continue, la force tonique de leurs antagonistes (les muscles interosseux, adducteur, abducteur oblique et court fléchisseur du gros orteil) n'étant plus assez grande pour maintenir ces premières phalanges abaissées. La figure 85, page 484, est un cas type de griffe pied creux équin.

Le mécanisme que je viens d'exposer est parfaitement exact. Voici un des moyens d'en établir la preuve. Que l'on engage un individu affecté d'une griffe pied creux équin à fléchir le pied sur la jambe, on verra, au moment de l'effort, ses premières phalanges se renverser davantage sur ses métatarsiens, et la tête de son premier métatarsien, s'abaissant encore de 1 à 2 centimètres, creuser encore plus sa voûte plantaire (voyez comparativement les figures 81 et 83).

514. Il est ressorti de l'ensemble des expériences précédentes que tous les muscles qui fléchissent les premières phalanges des doigts du pied (l'abducteur, l'adducteur et le court fléchisseur du gros orteil, les interosseux, l'abducteur et le court fléchisseur du petit orteil) produisent en même temps l'extension de leurs dernières phalanges.

Quelle peut être l'utilité de ces mouvements simultanés d'inflexion des premières phalanges des cinq orteils et d'extension de leurs dernières ?

On a vu qu'à la main, ces mouvements en sens inverse de flexion des premières phalanges des doigts et du pouce, et d'extension de leurs dernières phalanges, étaient nécessaires à ses usages principaux, par exemple pour tenir et diriger la plume, le pinceau, etc. Mais au pied ?

Je ne voyais d'abord, dans la ressemblance qui existe entre l'action de ces muscles moteurs des doigts du pied et celle des muscles moteurs des doigts et du pouce de la main, qu'une sorte de loi d'analogie entre ces extrémités. La ressemblance fonctionnelle de ces muscles était-elle simplement un des points d'analogie qui existent entre le pied et la main ?

L'observation clinique m'a fait bientôt abandonner cette idée d'anatomie philosophique, — qui, oserais-je le dire ? n'est souvent qu'un jeu de l'esprit cherchant à rapprocher les choses les plus disparates, au point de vue physiologique, comme le pied et la main. — L'observation clinique, en effet, m'a fait reconnaître l'utilité des mouvements simultanés d'extension des deux dernières phalanges et de flexion des premières phalanges des doigts des pieds, produits par les interosseux et par l'adducteur, le court fléchisseur et l'abducteur oblique du gros orteil.

Que serait-il arrivé si ces mouvements simultanés de

flexion des premières phalanges et d'extension des dernières phalanges n'avaient pas eu lieu, si les muscles qui les produisent n'avaient fléchi que les premières phalanges? A la fin du premier temps de la marche, par exemple, au moment où, avant d'abandonner le sol, le pied imprime au corps sa dernière impulsion en avant, les premières phalanges auraient été fléchies par les interosseux plantaires, et par les muscles adducteurs, court fléchisseur et abducteur oblique du gros orteil, et en même temps les dernières phalanges auraient été fléchies par les muscles longs fléchisseurs des orteils et du gros orteil, et de manière que leur extrémité unguéale aurait appuyé contre le sol. Alors les ongles, ainsi repoussés de bas en haut, auraient occasionné de vives douleurs qui auraient bientôt rendu la marche et la station impossibles.

C'est en effet ce que j'ai eu l'occasion d'observer chez un sujet qui, depuis plusieurs mois, souffrait de contractures localisées dans les muscles de la région postérieure de la jambe, entre autres dans les muscles long fléchisseur commun des orteils et long fléchisseur du gros orteil. Ses dernières phalanges étaient constamment courbées. Lorsqu'il se tenait debout, il s'efforçait de redresser les premières phalanges de ses orteils, afin que leur extrémité ne touchât pas le sol; mais voulait-il faire un pas, les premières phalanges des doigts du pied qui allait se porter en avant, s'abaissaient puissamment et appliquaient si douloureusement contre le sol l'extrémité unguéale de leurs dernières phalanges, qu'il était forcé de s'arrêter. Sa peau était rouge et enflammée, au niveau de la racine de ses ongles. Je ne pouvais le faire marcher qu'avec une sorte de sandale qui laissait ses orteils libres, et dont les semelles se terminaient au niveau de l'extrémité antérieure de ses métatarsiens, et offraient assez d'épaisseur

pour que, pendant la marche, l'extrémité de ses doigts du pied ne pût toucher le sol.

C'est dans le but d'éviter cette incurvation des dernières phalanges, pendant la station et la marche, que les interosseux et les muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes étendent les dernières phalanges des orteils, pendant qu'elles en abaissent les premières. Alors l'extrémité des dernières phalanges, appuyant sur le sol par leur face inférieure, ne peut plus se recourber, lorsque les longs fléchisseurs des orteils viennent, en se contractant, imprimer au corps la dernière impulsion en avant.

## ARTICLE V.

### CONSIDÉRATIONS ANATOMIQUES ET HISTORIQUES SUR LES MUSCLES MOTEURS DU PIED ET DES ORTEILS.

#### § I. — Muscles moteurs du pied sur la jambe.

515. L'importance et le degré d'utilité des mouvements spéciaux qui, dans les articles précédents (art. I, II et III), viennent d'être mis en lumière par la faradisation localisée des muscles fléchisseurs et extenseurs et moteurs latéraux du pied, et par l'observation clinique, ne peuvent être bien appréciés sans la connaissance exacte du mécanisme des mouvements qu'ils produisent partiellement dans les diverses articulations du tarse et du métatarse.

Voici comment j'ai procédé pour les rechèrches anatomiques et les expériences cadavériques que j'ai faites, dans le but d'étudier ces mouvements articulaires. J'ai disséqué avec soin les muscles moteurs du pied sur la jambe; puis, laissant intacts leurs tendons, leurs coulisses et leurs attaches inférieures, j'ai enlevé les muscles des faces dorsale et plantaire du pied, de manière à mettre à nu les ligaments du tarse

et du métatarse ; alors, exerçant des tractions alternativement sur chacun des muscles moteurs du pied, j'ai observé les faits que je vais exposer.

Je puis montrer ces faits sur des jambes ainsi préparées, et auxquelles, avec le concours de notre habile préparateur de pièces anatomiques, M. Vasseur, j'ai conservé, comme à l'état frais, la mobilité des articulations et des tendons dans leurs coulisses, après les avoir plongées pendant un certain temps dans un liquide spécial (1).

Dans le but de démontrer l'action propre des muscles moteurs du pied sur la jambe, et les mouvements articulaires qu'ils produisent, j'avais construit, en 1855, un pied artificiel, analogue à la main représentée dans la figure 55, page 207. J'avais articulé les os d'une jambe et d'un pied d'adulte, au moyen de ressorts placés dans l'épaisseur de ces os, de manière à pouvoir imiter exactement les mouvements articulaires normaux. Ensuite les muscles étaient remplacés par des ressorts fixés à leurs attaches anatomiques, et suivant leur direction. Alors, après avoir réglé la force de ces ressorts, de telle sorte que le pied et les orteils prissent l'attitude qui résulte de l'équilibre des forces musculaires toniques

(1) Un procédé de conservation analogue à celui que j'ai employé pour ces pièces anatomiques, et dont la glycérine forme la base, avait été découvert par un anatomiste belge dont je ne me rappelle pas le nom. Il m'avait été communiqué par un de ses élèves, et j'en avais fait l'essai avec M. Vasseur, qui reste rue de l'École-de-Médecine, n° 9. Mais comme il avait l'inconvénient d'*atrophier* les muscles et les tendons, nous avons dû en modifier les proportions et la composition. Après bien des essais, nous avons obtenu un résultat satisfaisant. Depuis trois ans nous conservons, à l'air libre, des pièces ainsi préparées, qui n'ont aucune odeur, dont les articulations sont mobiles et dont les tendons jouent dans leurs coulisses. Les muscles ont conservé leur mollesse, mais à la longue ils sont devenus d'un brun foncé ; de nouveaux essais nous font espérer que nous pourrons conserver leur coloration normale.

qui les meuvent, j'exerçais des tractions sur ces sortes de muscles artificiels, et je voyais les os du tarse et du métatarse se mouvoir les uns sur les autres et partiellement, comme sur le pied frais. Avec ce pied mécanique, on a de plus l'avantage d'observer les mouvements secondaires qui se manifestent, chez le vivant, sous l'influence de l'action isolée d'un muscle ou d'un changement dans l'attitude du pied, mouvements dus à la résistance tonique des muscles allongés, résistance qui n'est pas aussi prononcée chez le cadavre. Enfin, sur ce pied mécanique, on produit artificiellement toutes les variétés de difformités consécutives aux affections musculaires (1).

### A. — MOUVEMENTS ARTICULAIRES PRODUITS PAR LES MUSCLES QUI ÉTENDENT LE PIED SUR LA JAMBE (LE TRICEPS SURAL, LE LONG PÉRONIER LATÉRAL).

#### a. — Triceps sural (extenseur adducteur).

Le triceps sural met en mouvement deux articulations du pied : l'articulation tibio-tarsienne et l'articulation calcanéo-astragalienne.

##### 1. — Action sur l'articulation tibio-tarsienne.

516. Lorsque l'on exerce une traction sur le triceps sural, le premier mouvement articulaire que produit ce muscle se passe entre les surfaces articulaires du tibia et de l'astragale. On voit alors le pied s'étendre en masse ; mais si l'on s'oppose à cette extension, en repoussant alternativement l'extrémité antérieure du dernier métatarsien et celle du premier métatarsien, on sent que le bord externe du pied est entraîné avec une grande force, tandis que son bord interne cède à la plus légère résistance.

(1) M. Vasseur exécute aussi ce pied artificiel.

Le mouvement articulaire que je viens de décrire, constitue le premier temps de l'action isolée du triceps sural.

Je ferai remarquer que les mouvements articulaires sont ici les mêmes que ceux qui se produisent pendant la faradisation localisée du triceps sural, avec cette différence toutefois, que je dois signaler : c'est que, chez le vivant, le jambier antérieur, dont la force tonique est normale, s'oppose à l'extension complète du bord interne de l'avant-pied ; ce qui n'a pas lieu sur le cadavre, chez lequel ce dernier muscle, privé de force tonique, se laisse facilement allonger.

517. Pourquoi le calcanéum entraîne-t-il alors puissamment dans l'extension le bord externe de l'avant-pied, tandis qu'il exerce si peu d'action sur sa moitié interne ? La disposition anatomique de l'articulation tibio-tarsienne rend parfaitement compte de cette action différentielle.

On sait, en effet, que le ligament plantaire externe (calcanéo-cuboïdien inférieur), le plus fort de tous les ligaments après le ligament rotulien, s'oppose très-fortement aux mouvements de bas en haut du cuboïde sur le calcanéum, et que les fibres les plus superficielles de ce ligament, qui vont s'insérer aux quatrième et cinquième métatarsiens, brident en même temps les mouvements de bas en haut de ces derniers os sur le cuboïde. Il en résulte que l'extension du calcanéum est exécutée également par le cuboïde et par les deux derniers métatarsiens, et avec autant de force que si ces os étaient formés d'une seule pièce.

Mais les articulations qui se trouvent situées sur le bord interne de l'avant-pied jouent entre elles verticalement de bas en haut, et *vice versâ*, dans une assez grande étendue — je reviendrai plus loin sur ce point —, et il n'existe pas à leur face

inférieure de ligaments qui puissent s'opposer à ces mouvements. On comprend donc que l'extension de l'arrière-pied soit sans action sur le bord interne de l'avant-pied.

518. L'impuissance presque absolue du triceps sural sur la moitié interne de l'avant-pied a été méconnue par les anatomistes. S'ils avaient observé que ce muscle n'étend, ou en d'autres termes n'abaisse avec force que le bord externe de l'avant-pied (les deux derniers métatarsiens et le cuboïde), ils n'auraient pas négligé de rechercher quel peut être l'extenseur réel des os qui composent la moitié interne de l'avant-pied.

II. — Action sur l'articulation calcanéo-astragalienne.

519. Le second temps de l'extension du pied, sous l'influence des tractions exercées sur le triceps sural, a lieu dans l'articulation calcanéo-astragalienne; il en résulte l'adduction du pied et le renversement de sa face dorsale en dehors sur son bord externe.

Le mouvement de l'articulation calcanéo-astragalienne, qui produit l'abduction du pied, a été signalé par les auteurs; mais son mécanisme a été le mieux étudié par M. Bouvier. Voici comment mon savant ami décrit le mouvement que le calcanéum exécute alors sur l'astragale : « Lorsque, dit-il, le pied se porte en dedans, le calcanéum roule comme un cylindre et pivote tout à la fois presque horizontalement sur la partie postérieure de l'astragale ; de sorte qu'en même temps que la face inférieure du premier de ces os tourne un peu en dedans, sa partie antérieure glisse dans le même sens, sous la tête du second (1). »

(1) *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, t. XIII, article PIED BOT.

520. Ce pouvoir de produire l'adduction du pied, et le varus qui en est la conséquence, avaient été attribués par les anatomistes aux jambiers antérieur et postérieur.

Delpech seul avait soutenu que le triceps sural peut imprimer au calcanéum le mouvement de rotation et de pivot en vertu duquel a lieu l'adduction du pied, avec rotation du calcanéum en dehors, lorsque l'expérimentation électro-physiologique, secondée par l'observation clinique, est venue démontrer l'exactitude de son assertion jusqu'alors contestée.

Le célèbre pathologiste de Montpellier a interprété de la manière suivante le mécanisme de la production de ce mouvement du calcanéum sur l'astragale par les muscles du mollet :

« L'extension du pied, dit-il, est la première conséquence de cet état de choses (du raccourcissement de ces muscles) ; vient ensuite la déviation en dedans, *parce que l'extrémité postérieure du calcanéum s'incline naturellement un peu de ce côté.* L'assemblage du calcanéum et de l'astragale n'étant point du tout fait pour supporter des efforts appliqués sur l'un des côtés du premier os et propres à le déplacer en le portant en dedans, il s'ensuit que l'espèce d'effort que les muscles du mollet exercent sur le calcanéum est d'autant plus efficace, que la rotation est plus avancée (1). »

521. L'inclinaison en dedans de l'extrémité postérieure du calcanéum, et conséquemment le mode d'insertion du tendon d'Achille, peut, il est vrai, faire croire à la prédominance d'action des muscles du mollet sur le bord interne du calcanéum. Mais cette espèce d'action du tendon d'Achille, qui semble être une des causes de la rotation du calcanéum de dedans en dehors et de bas en haut, ne saurait rendre raison

(1) *De l'orthomorphie*, t. I, p. 161.

de la rotation en dedans de l'axe antéro-postérieur du pied sur l'axe de la jambe, d'où résulte l'adduction.

C'est dans l'obliquité du plan des facettes articulaires de l'astragale et du calcanéum que l'on trouve l'explication du double mouvement du calcanéum, dont il vient d'être question, de quelque manière qu'on agisse sur le bord interne ou sur le bord externe du calcanéum, comme je l'ai démontré par l'expérimentation électro-musculaire (voy. 395). Si l'on tire, en effet, sur une corde fixée à la partie moyenne de l'extrémité postérieure du calcanéum d'un pied dont les articulations ont été conservées intactes, on voit, dès que l'astragale est arrivé aux limites de son extension sur la jambe, que le calcanéum exécute sur l'astragale les deux mouvements précédents. Cette expérience prouve donc que ce n'est pas l'action exercée sur le bord interne de l'extrémité postérieure de cet os qui produit ces mouvements.

522. Il est alors facile de constater qu'ils ont lieu seulement en vertu de l'obliquité des surfaces de l'articulation calcanéo-astragalienne, qui glissent l'une sur l'autre.

On se rend bien compte de ces mouvements, en se rappelant que la facette articulaire inférieure et postérieure de l'astragale est concave et oblongue de dedans en dehors et d'arrière en avant; qu'elle se trouve en rapport avec la facette articulaire postérieure du calcanéum, qui est convexe et oblongue dans la même direction; qu'en avant de ces facettes postérieures, il existe deux autres facettes correspondantes plus petites, dont la direction est la même, et séparées des précédentes par une rainure creusée à la face inférieure de l'astragale et supérieure du calcanéum, et dans laquelle s'insère le ligament interosseux destiné à maintenir ces deux os en rapport. Eh bien! je ferai remarquer que lorsque, sur le

squelette, on place les surfaces articulaires du calcanéum et de l'astragale dans des rapports tels que ces deux rainures se correspondent parfaitement, et de manière à former une sorte de canal, — rapports qu'affectent ces os pendant le repos musculaire, — je ferai observer, dis-je, que cette sorte de canal va en s'élargissant à ses deux extrémités, beaucoup plus considérablement en dehors qu'en dedans. C'est cette dernière disposition anatomique qui favorise les mouvements d'adduction du pied, et cette sorte de roulement du pied sur son bord externe, mouvements qui se passent dans l'articulation calcanéo-astragalienne.

Voici ce qui se passe alors dans l'articulation calcanéo-astragalienne, au moment où le triceps sural place le pied dans l'adduction et dans la rotation en dedans : les deux facettes articulaires du calcanéum glissent, en tournant de dedans en dehors, sur les facettes correspondantes de l'astragale, jusqu'à ce que la petite apophyse du calcanéum soit arrêtée par le bord antérieur et interne de la facette articulaire postérieure et inférieure de l'astragale, ces deux points osseux n'étant alors séparés que par l'épaisseur très-petite du ligament interosseux.

#### b. — Long péronier latéral (extenseur abducteur).

523. Le long péronier latéral met en mouvement huit articulations : l'articulation du premier métatarsien avec le premier cunéiforme, de celui-ci avec le scaphoïde, du scaphoïde avec l'astragale, du premier cunéiforme avec le second, du second avec le troisième, de celui-ci avec le cuboïde, du calcanéum avec l'astragale, et enfin de l'astragale avec le tibia et le péroné.

J'ai établi, par mes expériences électro-physiologiques : 1° que la fonction réelle de ce muscle est d'abaisser le bord

interne de l'avant-pied sur lequel le triceps sural est complétement sans action, et que, sorte de ligament actif, il maintient le premier métatarsien solidement fixé dans cet état d'abaissement, pendant que le triceps sural produit puissamment l'extension dans l'articulation tibio-tarsienne ; 2° que ce muscle est, en outre, destiné à agir sur l'articulation calcanéo-astragalienne en sens contraire du triceps sural, soit comme son modérateur, soit comme abducteur, tout en favorisant l'extension dans l'articulation tibio-tarsienne (voy. 402 et 403).

Il importe de bien étudier la série de mouvements articulaires que le long péronier latéral imprime aux os du tarse et du métatarse. La connaissance de ces phénomènes non-seulement intéresse la physiologie, mais donne aussi la clef du mécanisme de certaines déformations du pied, produites par la contracture ou par la paralysie de ce muscle, faits cliniques exposés précédemment (voy. 408 et 409).

On peut diviser en deux temps, de même que pour le triceps sural, les mouvements articulaires propres à la contraction isolée du long péronier latéral, mais seulement en vue d'une étude méthodique, car ils se font presque simultanément ; dans le premier temps, on observe que ce muscle exerce principalement son action sur les articulations du bord interne de l'avant-pied, et dans le second, sur l'articulation calcanéo-astragalienne et enfin sur l'articulation tibio-tarsienne.

I. — Action sur les articulations du bord interne de l'avant-pied.

524. A l'instant où l'on tire sur le long péronier latéral, on voit le premier métatarsien, surtout à son extrémité phalangienne : 1° s'abaisser ; 2° se porter un peu en dehors,

de manière à se placer au-dessous du second métatarsien, en exécutant alors un mouvement qui a quelque analogie avec celui du premier métacarpien, pendant l'opposition du pouce, et enfin entraîner après lui le premier cunéiforme et le scaphoïde.

Il semble, au premier abord, que les trois os précédents se meuvent en masse, et que le point de centre du mouvement soit placé dans l'articulation scaphoïdo-astragalienne ; mais il est facile de constater que cet abaissement du bord interne de l'avant-pied est réellement le résultat d'une série de petits mouvements successifs, qui ont lieu principalement dans les articulations du premier métatarsien avec le premier cunéiforme, de celui-ci avec le scaphoïde, et enfin dans l'articulation scaphoïdo-astragalienne. En effet, si après avoir repoussé, autant que possible, de bas en haut, le bord interne de l'avant-pied, en agissant sur l'extrémité phalangienne du premier métatarsien, on tire sur le long péronier latéral, en même temps que l'on maintient fixe le premier cunéiforme, on voit l'extrémité postérieure du premier métatarsien se mouvoir, dans une petite étendue, en bas et un peu de dedans en dehors sur le premier cunéiforme. Il m'a paru résulter de ce mouvement, terme moyen, chez l'adulte, un abaissement d'environ un centimètre et demi au niveau de la tête du premier métatarsien. Si ensuite, continuant de tirer sur ce muscle, on laisse le premier cunéiforme se mouvoir sur le scaphoïde, on voit que la tête du premier métatarsien s'est encore abaissée à peu près d'un centimètre; enfin, laissant le scaphoïde libre de se mouvoir sur l'astragale, le bord interne de l'avant-pied peut terminer son mouvement d'abaissement.

525. Grâce à ces mouvements multiples, l'extrémité anté-

rieure du premier métatarsien jouit d'un mouvement assez étendu, sans trop fatiguer l'articulation scaphoïdo-astragalienne. Que l'on suppose, en effet, que le premier métatarsien et le premier cunéiforme fassent corps avec le scaphoïde, — ce que l'on peut obtenir en condamnant les articulations du premier cunéiforme avec le premier métatarsien et avec le scaphoïde, — on voit qu'on ne peut produire l'abaissement normal de la tête du premier métatarsien sans exagérer considérablement le mouvement d'abaissement du scaphoïde sur l'astragale.

526. Les mouvements en bas du premier métatarsien sur le premier cunéiforme, et de celui-ci sur le scaphoïde, sont plus limités que celui du scaphoïde sur l'astragale; aussi, lorsqu'on tire très-fortement sur le long péronier latéral, le mouvement est-il exagéré seulement dans l'articulation scaphoïdo-astragalienne; ce qui tient évidemment à la plus grande laxité du ligament dorsal de cette articulation.

527. Le scaphoïde et le premier cunéiforme exécutent, en même temps qu'ils sont abaissés, un mouvement de dedans en dehors, analogue à celui du premier métatarsien, quoique d'une manière moins prononcée que ce dernier.

Ce mouvement en bas et en dehors de tous les os du bord interne de l'avant-pied produit une diminution de la largeur de l'avant-pied et une augmentation de la voussure de son bord interne.

Il en résulte aussi qu'au maximum de traction exercée sur le long péronier latéral, l'avant-pied éprouve un mouvement de torsion qui se communique au second et au troisième cunéiformes et même aux métatarsiens, le degré de torsion allant en diminuant du premier au dernier. Pendant cette torsion de l'avant-pied, les cunéiformes se serrent les uns

contre les autres à leur face plantaire, et tous les os mis en mouvement semblent tourner sur le cuboïde, qui reste comme fixé au calcanéum.

La connaissance de ces phénomènes fait comprendre certaines déformations de la plante du pied, produites par l'action exagérée du long péronier latéral.

528. A l'époque où je présentais à la Société de chirurgie de Paris un mémoire sur le pied plat et sur le pied creux (1), j'étais persuadé que la découverte de l'action propre du long péronier latéral sur les différentes pièces osseuses du bord interne de l'avant-pied était due seulement à mes expériences électro-musculaires et à mes observations cliniques. Les anatomistes les plus célèbres et les plus classiques que j'avais consultés : Winslow, Boyer, Bichat, Cruveilhier, Bourgery, Sappey, etc., avaient complétement méconnu ou passé sous silence cette action importante du long péronier latéral.

Mon savant ami M. Bouvier m'apprit cependant, dans l'intéressant rapport qu'il fit sur ce mémoire, que Sœmmerring avait entrevu cette action du long péronier latéral sur le bord interne de l'avant-pied. On lit en effet dans la traduction latine de son traité d'anatomie, « *Os metatarsi et digiti secundi ad terram urget* » (2).

Mais j'ai lu qu'avant Sœmmerring, Sabatier avait bien mieux décrit l'action propre du long péronier latéral sur le bord interne de l'avant-pied : « Ses usages, dit-il, sont d'étendre le pied sur la jambe, mais en tournant sa pointe en

(1) *De la genèse du pied plat valgus consécutif à la paralysie du long péronier latéral, et du pied creux valgus, par contracture du long péronier latéral.*

(2) *Loc. cit.*, t. III, p. 317.

dehors, *et en portant le premier os du métatarse et avec lui tout le bord interne du pied en bas.* »

On trouvera, sans doute, cette description bien incomplète. comparativement à celle que j'ai exposée ci-dessus sur les mouvements articulaires imprimés par le long péronier latéral aux os du bord interne de l'avant-pied (le premier métatarsien, les trois cunéiformes, et le scaphoïde), néanmoins on ne saurait nier que le fait signalé par Sabatier, avait déjà une grande importance.

Ce fait aurait certainement été accepté et enseigné après lui, par tous les anatomistes, si Sabatier en avait compris ou fait ressortir toute l'importance, au point de vue physiologique ; s'il avait su que le triceps sural abaisse avec puissance uniquement le bord externe de l'avant-pied et que le long péronier latéral seul est principalement destiné à se contracter synergiquement avec le triceps sural, afin d'abaisser avec force le bord interne de l'avant-pied, pendant l'extension de son bord externe.

Il était donc nécessaire que ce fait fût établi par l'expérimentation électro-musculaire et par l'observation clinique.

II. — Action sur les articulations calcanéo-astragalienne et tibio-tarsienne.

C'est seulement lorsque le long péronier latéral arrive à son plus haut degré de raccourcissement que son action sur l'articulation calcanéo-astragalienne s'exerce avec le plus d'énergie. Néanmoins le mouvement qu'il communique à cette articulation commence dès le début de son raccourcissement, d'une manière d'autant plus prononcée que le pied se trouve placé dans une plus grande adduction.

Alors ce muscle imprime à l'articulation calcanéo-astraga-

lienne un mouvement en sens contraire de celui qui est produit par le triceps sural. Il ne se borne pas à ramener l'articulation sous-astragalienne dans sa position normale; il continue de lui faire exécuter un double mouvement de rotation en dehors sur l'astragale et de pivot sur l'axe de la jambe, de telle sorte que le bord externe du pied est plus élevé, et sa pointe plus tournée en dehors.

529. Ici je dois rappeler que le sillon destiné au ligament interosseux, et qui est creusé sur la face supérieure du calcanéum, commence à s'élargir vers la moitié de son trajet en dehors, pour former une fossette triangulaire assez large et profonde. L'utilité de cette disposition anatomique ne paraît pas encore avoir été entrevue; c'est cependant elle qui permet en grande partie l'abduction du pied, — de même que son adduction. — Ainsi, pour ce qui a trait à l'abduction produite par le long péronier latéral, on voit, à l'instant où ce muscle fait rouler de dehors en dedans le calcanéum sur l'astragale, que le bord antérieur et externe de la facette articulaire postérieure de ce dernier glisse dans cette fosse triangulaire, qui termine en dehors le sillon interosseux du calcanéum, en poussant devant lui le ligament interosseux et le tissu cellulaire qui offrent fort peu d'épaisseur. Pendant ce mouvement de l'articulation calcanéo-astragalienne, la petite apophyse du calcanéum s'éloigne du bord antérieur et interne de la facette articulaire postérieure de l'astragale, et la malléole interne devient plus saillante.

530. Sabatier avait attribué l'abduction du pied produite par le long péronier latéral à un mouvement de l'articulation médio-tarsienne. « L'extension du pied, dit-il, s'exécute dans la jonction de l'astragale avec la partie inférieure de la jambe et *son inflexion en dehors et en bas dépend de celle de l'astra-*

*gale avec le scaphoïde et du calcanéum avec la face postérieure du cuboïde.*

Mais j'ai démontré que parmi les os de la deuxième rangée du tarse, le scaphoïde seul était attiré, par ce muscle, en bas et en dehors avec le premier et le second cunéiformes et le premier métatarsien, et qu'il tournait, comme autour d'un axe, sur le cuboïde qui restait fixe ; que de cet ensemble de mouvements résultait une diminution du diamètre transversal du pied et une sorte de mouvement de torsion de l'avant-pied sur l'arrière-pied (voy. 401 et fig. 66).

Sœmmerring tout en partageant l'opinion de Sabatier, s'est approché davantage de la vérité, en faisant en outre intervenir, dans l'abduction, le mouvement du calcanéum sur l'astragale. Il a écrit en effet : « *Articulum ossis cuboidis cum calcaneo, ossis navicularis cum astragalo, calcanei cum astragalo movet* (**1**). »

Les anatomistes modernes ont attribué avec raison le mouvement d'abduction produit par le long péronier latéral uniquement à un mouvement de l'articulation calcanéo-astragalienne ; mais le mécanisme de ce mouvement avait besoin d'être expliqué.

531. Si l'on place une jambe disséquée, de manière que la plante du pied regarde en haut, le poids de l'avant-pied entraîne ce membre dans la flexion sur la jambe. On remarque alors qu'il faut tirer avec une très-grande force sur le long péronier latéral pour produire un mouvement d'extension du pied.

Cette expérience prouve que ce muscle n'est pas destiné à agir sur l'articulation tibio-tarsienne, ou que du moins

(1) *De corporis fabrica*, 1796, t. III, p. 317.

il n'est qu'un très-faible auxiliaire du triceps sural. L'observation clinique a fait voir que le long péronier latéral est impuissant comme extenseur de l'articulation tibio-tarsienne (voy. 413).

B. — MOUVEMENTS ARTICULAIRES PRODUITS PAR LES MUSCLES QUI FLÉCHISSENT LE PIED SUR LA JAMBE (LE JAMBIER ANTÉRIEUR, L'EXTENSEUR PROPRE DU GROS ORTEIL, L'EXTENSEUR COMMUN DES ORTEILS).

**a. — Jambier antérieur (fléchisseur adducteur).**

Le jambier antérieur met en mouvement les articulations du bord interne de l'avant-pied, l'articulation médio-tarsienne, l'articulation calcanéo-astragalienne, et enfin l'articulation tibio-tarsienne.

I. — Action sur les articulations du bord interne de l'avant-pied.

532. Le jambier antérieur agit sur les articulations qui composent le bord interne de l'avant-pied, exactement en sens inverse du long péronier latéral. Supposons, en effet, que, sur une jambe disséquée et préparée comme dans les expériences cadavériques précédentes, on commence à tirer sur le jambier antérieur, au moment où le long péronier latéral a imprimé à l'avant-pied un mouvement de torsion en dehors, en abaissant, comme je l'ai exposé ci-dessus (*b, long péronier latéral*, p. 545), l'extrémité antérieure du premier métatarsien au-dessous de celle du second, et en la portant en dehors par une sorte de mouvement d'opposition ; alors on voit se mouvoir en dedans et de bas en haut le premier métatarsien sur le premier cunéiforme, puis celui-ci sur le scaphoïde et ce dernier sur l'astragale. Mais, pour bien observer ces mouvements articulaires partiels, il faut procéder de la manière que j'ai indiquée en étudiant les mouvements articulaires produits par le long

péronier latéral, c'est-à-dire que l'on doit maintenir abaissé le premier cunéiforme, pendant que le jambier antérieur élève le premier métatarsien, puis laisser le premier cunéiforme libre de se mouvoir, à son tour, sur le scaphoïde, en fixant seulement ce dernier que l'on abandonne ensuite à l'action du jambier antérieur.

Pendant ces mouvements articulaires du bord interne de l'avant-pied, la voûte plantaire s'efface graduellement, le pied devient plat, les cunéiformes s'éloignent les uns des autres par leur face plantaire, et le diamètre transversal de l'avant-pied s'agrandit; enfin il se forme un varus.

533. Sabatier, qui avait découvert que le long péronier latéral abaisse le premier métatarsien, a méconnu cependant que le jambier antérieur agit en sens contraire sur cet os.

Sœmmerring me semble avoir entrevu cette action spéciale du jambier antérieur, quand il a écrit : *Articulum cruris cum astragalo, ossis cuboidis cum calcaneo, ossis cuneiformis primi cum osse naviculari et cum primo osse metatarsi movet* (1).

On remarquera toutefois que Sœmmerring a méconnu le mouvement du scaphoïde sur l'astragale, mouvement le plus étendu que le jambier antérieur imprime aux articulations du bord interne de l'avant-pied.

Aucun anatomiste, après Sœmmerring, n'avait signalé l'action spéciale du jambier antérieur sur les articulations du bord interne de l'avant-pied; grâce à mes expériences électro-physiologiques et cadavériques, j'ai donc pu la réhabiliter et en compléter la description.

(1) *Corporis fabrica*, t. III, p. 319.

II. — Action sur l'articulation médio-tarsienne.

534. L'action du jambier antérieur sur l'articulation médio-tarsienne s'exerce principalement sur l'articulation scaphoïdo-astragalienne de bas en haut et de dehors en dedans.

Le cuboïde ne m'a paru se mouvoir que latéralement et très-faiblement, dans mes expériences cadavériques, et encore m'a-t-il fallu, pour rendre cette action évidente, m'opposer à la flexion du pied, en retenant le calcanéum, pendant que je tirais sur le jambier antérieur.

En somme, ces expériences cadavériques, confirmant l'expérience électro-musculaire, démontrent que le mouvement latéral imprimé à l'articulation médio-tarsienne par le jambier antérieur a très-peu d'étendue.

535. Si l'on se rappelle qu'à son point de réflexion à partir du ligament dorsal du pied le tendon du jambier antérieur se dirige verticalement en bas pour aller s'implanter au tubercule du premier cunéiforme, on comprendra que ce muscle ne pouvait agir puissamment de dehors en dedans sur cet avant-pied. J'ai démontré d'ailleurs par des faits cliniques (478) qu'il ne saurait contribuer à la formation du varus au troisième degré, dans lequel le pied est *à la lettre* plié en deux, et que le jambier postérieur seul possède cette action énergique latérale sur l'articulation médio-tarsienne.

III. — Action sur l'articulation calcanéo-astragalienne.

536. En même temps que le jambier antérieur produit les mouvements articulaires décrits ci-dessus, il fait rouler le calcanéum sur son grand axe, de dedans en dehors et de bas en haut, le fait pivoter sur l'axe de la jambe de manière que son extrémité antérieure est portée en dedans. Le mécanisme de

ces deux mouvements, dont l'un est la conséquence de l'autre, a déjà été exposé à l'occasion de l'étude du mouvement articulaire produit par le triceps sural (voy. 522).

IV. — Action sur l'articulation tibio-tarsienne.

537. Lorsque le jambier antérieur a déjà mis en mouvement les articulations du bord interne de l'avant-pied et qu'il a presque entièrement détruit la voûte plantaire, alors seulement il agit sur l'articulation tibio-tarsienne en produisant le mouvement de flexion du pied sur la jambe.

Ce mouvement est sa fonction principale. Il l'exécute avec une grande puissance.

538. Colombus n'accordait au jambier antérieur que le pouvoir de fléchir le pied sur la jambe. Cependant, après lui, tous les anatomistes ont enseigné que le jambier antérieur produit puissamment la flexion du pied dans l'articulation tibio-tarsienne et qu'en même temps il le porte dans l'adduction. Ils ont attribué cette adduction du pied à un mouvement de dehors en dedans de la seconde rangée du tarse sur la première. Je viens de démontrer (536) que l'adduction du pied par ce muscle a lieu principalement en vertu du mouvement qu'il imprime à l'articulation calcanéo-astragalienne.

b. — Extenseur propre du gros orteil.

539. Parlerai-je de l'extenseur propre du gros orteil, auxiliaire du jambier antérieur? On peut, il est vrai, lui faire imprimer aux articulations du tarse et du métatarse un mouvement analogue à celui qui est propre au jambier antérieur, après qu'il a exercé son action sur le gros orteil ; mais il faut pour cela tirer sur lui avec une grande force, et le raccourcir

au delà des limites dont jouit sa contraction physiologique. Aussi comprend-on que ce muscle ne soit qu'un auxiliaire bien faible, sinon impuissant du jambier antérieur.

**c. — Extenseur commun des orteils (fléchisseur abducteur).**

L'extenseur commun des orteils, abstraction faite de son action sur les orteils, met en mouvement les articulations calcanéo-astragalienne, tibio-tarsienne et médio-tarsienne.

I. — Action sur l'articulation calcanéo-astragalienne.

Le mouvement imprimé à l'articulation calcanéo-astragalienne par l'extenseur commun des orteils produit à la fois l'abduction et la flexion du pied.

540. Admettons que le pied soit placé en extrême adduction, à l'instant où l'on tire sur l'extenseur commun des orteils, on voit, après que ceux-ci ont été étendus, le calcanéum rouler sur son axe antéro-postérieur, de dedans en dehors et de bas en haut, en même temps que celui-ci pivote de dehors en dedans, sur l'axe de la jambe. Ce double mouvement a lieu en vertu du glissement des facettes articulaires du calcanéum sur celles de l'astragale ; il a une grande analogie avec celui que le calcanéum exécute sur l'astragale, sous l'influence du long péronier latéral, et qui a été décrit précédemment (529). Je ne reviendrai pas sur les dispositions anatomiques qui expliquent son mécanisme ; mais je rappellerai que j'ai dit alors que la fossette triangulaire qui termine en dehors le sillon interosseux du calcanéum favorise le double mouvement de rotation produit par l'extenseur commun des orteils, en permettant au bord antérieur et externe de la facette articulaire postérieure de l'astragale de s'enfoncer dans sa profondeur.

C'est surtout lorsque l'extenseur commun des orteils produit ce même mouvement de rotation du calcanéum, que l'on voit bien le but et l'utilité de cette fossette triangulaire; car alors, pendant que les facettes articulaires du calcanéum glissent d'arrière en avant et de dehors en dedans sur celles de l'astragale, le bord antérieur et externe de la facette articulaire postérieure de ce dernier os descend beaucoup plus profondément dans cette fossette triangulaire que par le long péronier latéral. Il en résulte que l'abduction du pied est plus étendue par l'extenseur commun des orteils que par le long péronier latéral.

541. En même temps que l'abduction ci-dessus décrite a lieu, le mouvement de l'articulation calcanéo-astragalienne, propre à l'action de l'extenseur commun des orteils, produit en outre une sorte de flexion du pied sur la jambe. C'est sur ce dernier fait qui, malgré son importance, me paraît inconnu, que je désire le plus attirer l'attention.

Il m'est incontestablement démontré que l'articulation calcanéo-astragalienne (double arthrodie) se meut physiologiquement, à la manière d'une trochlée, dans la direction du long diamètre de ses facettes articulaires. Le mouvement de poulie dont il est question est produit par la courbe oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant des surfaces articulaires calcanéo-astragaliennes. Cette courbe est prolongée par la fossette triangulaire qui est située en avant de la facette articulaire postérieure du calcanéum. En raison de cette disposition anatomique, le bord antérieur de la facette articulaire postérieure de l'astragale pouvant descendre jusqu'au fond de cette fossette, pendant la flexion abductrice, ainsi que je l'ai dit précédemment, ce bord, dis-je, décrit un arc de cercle plus grand que s'il ne pouvait dépasser, pen-

dant cette flexion, le bord antérieur correspondant de la facette articulaire postérieure du calcanéum.

Il n'est pas besoin de prouver que les extrémités de cette courbe doivent se mouvoir en sens contraire, c'est-à-dire que l'une s'abaisse pendant que l'autre s'élève, et *vice versâ*. Si cette courbe avait une direction transversale, les mouvements de l'articulation calcanéo-astragalienne ne produiraient que l'élévation ou l'abaissement, en sens inverse, des bords du pied; si elle était antéro-postérieure, comme celle de l'articulation tibio-tarsienne, il en résulterait un mouvement d'élévation de la pointe du pied et d'abaissement du talon, et *vice versâ*. Or, puisque cette courbe offre une direction intermédiaire entre les deux précédentes, c'est-à-dire une direction oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant, il est évident que le calcanéum, en glissant sur l'astragale, doit produire simultanément les deux mouvements précédents. C'est, en effet, de cette rotation oblique sur l'axe du pied que dépend l'abduction de ce dernier, avec renversement de ses faces; c'est également de cette rotation oblique que résulte l'élévation de son extrémité antérienre, ainsi que l'abaissement de son extrémité postérieure, et *vice versâ*.

542. La théorie mécanique que je viens d'exposer est rigoureuse, elle est confirmée par l'observation.

J'ai, en effet, constaté chez certains sujets adultes que l'extrémité postérieure du calcanéum s'abaissait environ d'un demi-centimètre, lorsque, après avoir placé le pied dans l'extension avec adduction, je tirais sur l'extenseur commun des orteils; la tête du calcanéum s'élevait alors proportionnellement; ce qui produisait conséquemment une élévation d'un centimètre et demi à l'extrémité antérieure du pied. Si ensuite à ce centimètre et demi l'on ajoute 3 centimètres à peu

près d'élévation du bord externe de l'extrémité du pied, élévation produite, sous l'influence du même muscle, par la rotation du calcanéum sur son grand axe, on obtient, en somme, une flexion de 4 centimètres et demi, au niveau du bord externe et antérieur du pied.

De même que le long péronier latéral est antagoniste du jambier antérieur, quant à l'action qu'il exerce sur les articulations du bord interne de l'avant-pied et sur l'articulation calcanéo-astragalienne, de même le triceps sural agit sur cette dernière articulation en sens contraire de l'extenseur commun des orteils; en d'autres termes, lorsque celui-ci a élevé l'extrémité du pied de 4 centimètres et demi, à l'aide du seul mouvement qu'il imprime à l'articulation calcanéo-astragalienne, le triceps sural peut l'abaisser dans la même proportion, en agissant sur cette articulation.

Il ressort donc des faits exposés ci-dessus que l'articulation calcanéo-astragalienne est mise en mouvement par les muscles extenseur commun des orteils ou triceps sural, de telle sorte que, chez l'adulte, le pied peut être élevé ou abaissé environ de 4 centimètres et demi à son extrémité antérieure et externe, et d'un demi-centimètre au talon.

543. J'ai montré (446) que la nature a merveilleusement combiné les forces musculaires qui président à la flexion du pied, afin qu'elle se fît normalement avec une légère abduction. Les considérations que je viens d'exposer aideront peut-être à trouver le but physiologique de ce mouvement de flexion avec abduction. La flexion abductrice me paraît, en effet, plus avantageuse que la flexion directe, parce que la première, qui résulte des mouvements simultanés de l'articulation tibio-tarsienne et calcanéo-astragalienne, est

plus étendue que la flexion directe, produite uniquement par le jeu de l'articulation tibio-tarsienne.

544. Les anatomistes ont enseigné, après Winslow (1), que l'extenseur commun des orteils peut servir d'auxiliaire au jambier antérieur, dans certains efforts de flexion du pied; mais aucun d'eux n'avait reconnu qu'il produisait en outre son abduction, et renversait sa face plantaire en dehors, en imprimant un mouvement de rotation au calcanéum sur l'astragale, suivant la direction des surfaces articulaires qui unissent ces deux os. M. Cruveilhier avait écrit au contraire, dans les deux premières éditions de son *Traité d'anatomie*, que la plante du pied est renversée en dedans par ce muscle (2).

Comme le péronier antérieur manque souvent et que, d'autre part, j'ai démontré que le court péronier latéral ne produit pas la flexion du pied, il fallait que la flexion abductrice du pied fût produite par l'extenseur commun des orteils. C'est ce qui a été démontré par l'expérimentation électro-musculaire et par l'observation clinique (voy. 439 et 450).

II. — Action sur l'articulation tibio-tarsienne.

545. L'extenseur commun des orteils met également, quoique faiblement, en mouvement l'articulation tibio-tarsienne, sa puissance s'exerçant principalement sur l'articulation calcanéo-astragalienne.

Mais comment expliquer cette action plus spéciale de l'extenseur commun des orteils sur l'articulation calcanéo-astragalienne? On sait que ce muscle, vertical jusqu'au niveau de l'articulation tibio-tarsienne, se réfléchit et devient horizontal après avoir passé dans la gaîne qui traverse le ligament an-

(1) Winslow, *Traité des muscles*, n° 1742.
(2) Cruveilhier, *loc. cit.*, 2e édit., t. II, p. 368.

nulaire du tarse. C'est à la situation de cette gaîne qu'est due l'action spéciale qu'il exerce sur l'articulation calcanéo-astragalienne; on peut le constater en rapprochant plus ou moins cette gaîne du bord interne; on voit alors que ce muscle produit moins l'abduction, et qu'au niveau de la gaîne du jambier antérieur, il devient, comme celui-ci, fléchisseur adducteur. J'ai rapporté (458) des faits cliniques qui concordent avec cette expérience cadavérique, et dans lesquels l'extenseur commun des orteils était devenu fléchisseur adducteur, parce que son tendon s'était porté plus en dedans qu'à l'état normal, dans son passage sous le ligament annulaire du tarse. Mais on observe, d'un autre côté, qu'en perdant alors son action spéciale sur l'articulation calcanéo-astragalienne, ce muscle a gagné plus de force pour mouvoir l'articulation tibio-astragalienne.

546. Lorsqu'on empêche l'articulation calcanéo-astragalienne de se mouvoir, pendant que l'on agit sur l'extenseur commun des orteils, le pied se fléchit dans son articulation tibio-astragalienne avec une grande énergie : c'est pourquoi il devient auxiliaire puissant de la flexion, dans l'articulation tibio-tarsienne, lorsqu'il se contracte synergiquement avec le jambier antérieur, de manière à produire la flexion directement.

547. Si l'on compare l'action de chacun des faisceaux de l'extenseur commun des orteils, on remarque que les deux premiers agissent sur l'articulation calcanéo-astragalienne comme les deux derniers, mais que ceux-ci produisent plus fortement l'abduction.

Enfin les deux faisceaux externes de l'extenseur commun des orteils agissent sur l'articulation calcanéo-astragalienne exactement comme le muscle dit péronier antérieur, ce

qui confirme l'opinion que j'ai déjà déduite de l'expérimentation électro-physiologique, à savoir : que le péronier antérieur n'est qu'une dépendance de l'extenseur commun des orteils.

III. — Action sur l'articulation médio-tarsienne.

548. L'avant-pied offre, à l'état normal, une tendance à se mouvoir de haut en bas et de dehors en dedans, dans l'articulation médio-tarsienne ; il est sollicité dans ce mouvement par sa pesanteur et par les muscles qui, situés à la jambe (longs fléchisseurs communs des orteils et du gros orteil) ou à la face plantaire du pied ( l'adducteur du gros orteil, les court fléchisseur commun des orteils et accessoire), agissent sur son extrémité antérieure. Les ligaments calcanéo-cuboïdien et scaphoïdo-astragalien dorsaux n'offrent qu'une faible résistance à ce mouvement, qui est tellement étendu chez certaines personnes, que leur pied, très-cambré, présente à leur face dorsale une forte saillie de la tête de l'astragale et du calcanéum. Sur des cadavres dont j'avais coupé l'attache supérieure des muscles moteurs du pied, j'ai vu l'avant-pied s'abaisser dans son articulation médio-tarsienne par le seul fait de sa pesanteur; la tête de l'astragale et du calcanéum faisait une saillie sur le dos du pied.

La première action de l'extenseur commun des orteils, après avoir produit l'extension des orteils, c'est de faire disparaître ces saillies, en mettant en mouvement l'avant-pied de bas en haut et de dedans en dehors, dans son articulation médio-tarsienne.

L'observation clinique a montré, non-seulement que ce muscle est nécessaire à la production de ce dernier mouvement, mais aussi qu'il constitue une sorte de ligament dorsal actif de l'articulation médio-tarsienne.

### C. — MOUVEMENTS ARTICULAIRES PROPRES AUX MUSCLES QUI PRODUISENT L'ABDUCTION ET L'ADDUCTION DU PIED.

#### a. — Court péronier latéral (abducteur direct).

Le court péronier latéral met en mouvement les articulations médio-tarsienne, calcanéo-astragalienne, tibio-tarsienne, et du cinquième métatarsien avec le cuboïde.

##### I. — Action sur l'articulation médio-tarsienne.

549. Lorsque sur une jambe préparée, comme dans les expériences précédentes, on tire sur le court péronier latéral, on observe que, pendant le mouvement d'abduction du pied, le scaphoïde et le cuboïde glissent de dedans en dehors sur l'astragale et le calcanéum.

Le premier temps de ce mouvement est facile à constater, si, au moment où l'on tire sur le court péronier latéral, le pied se trouve dans une extrême adduction, car alors le tendon de ce muscle a une direction oblique de dehors en dedans et d'avant en arrière, à partir de son point de réflexion, de la partie inférieure et postérieure de la malléole externe à son attache au cinquième métatarsien. On conçoit qu'en tirant alors sur ce muscle, la portion réfléchie de son tendon soit ramenée dans sa direction normale antéro-postérieure, en entraînant nécessairement l'avant-pied de dedans en dehors.

##### II. — Action sur l'articulation calcanéo-astragalienne.

550. Au premier abord, il est assez difficile de dire par quel mouvement articulaire le court péronier latéral dont le tendon, réfléchi au niveau de la malléole externe, se dirige directement d'arrière en avant pour aller s'attacher au cinquième

métatarsien, peut produire l'abduction du pied. Je vais essayer d'en donner l'explication.

Les derniers métatarsiens, attirés par ce muscle vers la malléole externe, repoussent d'avant en arrière le cuboïde et le calcanéum. Or, celui-ci étant articulé avec l'astragale de manière à ne pouvoir reculer directement (ce mouvement, du moins, est toujours très-limité), mais à se mouvoir seulement dans la direction oblique de ses surfaces articulaires supérieures, d'avant en arrière et de dehors en dedans, cet os, dis-je, glisse dans cette direction sur l'astragale et entraîne avec lui tous les os de l'avant-pied.

De ce mouvement oblique d'avant en arrière et de dedans en dehors du calcanéum sur l'astragale résulte le mouvement d'abduction par le court péronier latéral, c'est-à-dire un mouvement de pivot de l'axe du pied sur l'axe de la jambe et un mouvement de rotation du calcanéum sur l'astragale, duquel résulte l'élévation du bord externe du pied.

III. — Action sur l'articulation tibio-tarsienne et sur le dernier métatarsien.

551. Toute traction exercée sur le court péronier latéral tend à rapprocher de la malléole externe l'extrémité postérieure du cinquième métatarsien, et en conséquence à élever le pied, s'il est dans l'extension, ou à l'étendre, s'il se trouve dans la flexion, de manière à le maintenir entre la flexion et l'extension. — Inutile de dire que ces mouvements se font dans l'articulation tibio-tarsienne. — Dans cette expérience, le cinquième métatarsien se meut aussi de bas en haut sur le cuboïde.

Cette expérience cadavérique confirme le fait déjà mis en évidence par l'expérimentation électro-physiologique, à savoir :

que le court péronier latéral imprime à l'articulation tibio-tarsienne des mouvements en sens contraires, dans certaines conditions données, et qu'il cesse d'agir sur cette articulation, dès que le pied est placé à peu près entre la flexion et l'extension. Mais on se rappellera, comme je l'ai déjà dit, que la puissance avec laquelle ce muscle agit sur l'articulation tibio-tarsienne, est extrêmement faible.

552. Winslow considérait le court péronier latéral (que l'on appelait alors péronier moyen) comme un fléchisseur du pied ; « par son attache à la tubérosité du cinquième os du métatarse, il fait tourner, dit-il, la plante du pied en dehors, *en même temps qu'il exécute la flexion*, quand il agit sans le concours du jambier antérieur », et plus loin il ajoute : « Le petit péronier (péronier antérieur) est un auxiliaire du moyen, dans la flexion directe du pied, sans la coopération du jambier antérieur (1). »

Plus tard (une trentaine d'années après), Sabatier attribuait au court péronier latéral une action contraire sur l'articulation tibio-tarsienne. « Ce muscle, dit-il, *étend le pied sur la jambe*, et en quelques occasions la jambe sur le pied, de la même manière et avec la même obliquité que le long péronier (2). »

Depuis Sabatier, les anatomistes ont professé que ce muscle est extenseur abducteur du pied ; quelques-uns se sont contentés d'écrire *qu'il exerce la même action que le long péronier latéral !* Ces derniers n'auraient certainement pas fait une telle confusion, s'ils avaient connu le rôle important que remplit le long péronier latéral dans la progression,

(1) Winslow, *Traité des muscles*, 1732, p. 334, nos 1123 et 1124.

(2) Sabatier, *Traité d'anatomie*, 1714, p. 387.

comme abaisseur de la saillie sous-métatarsienne ou du talon antérieur.

Enfin, selon Sabatier, le court péronier latéral agirait par son attache au tubercule du cinquième métatarsien de manière à attirer en dehors la tête de cet os et celle du quatrième, et à produire ainsi l'élargissement de l'avant-pied (1). L'expérimentation électro-musculaire n'a pas confirmé cette opinion, elle a montré que ce muscle élève seulement le cinquième métatarsien (voy. I, *Court péronier latéral*, 2°, p. 497).

### b. — Jambier postérieur.

#### 1. — Action sur l'articulation médio-tarsienne.

553. Lorsqu'on exerce une forte traction sur le jambier postérieur, le tubercule du scaphoïde auquel s'attache le tendon de ce muscle est attiré vers l'extrémité inférieure de la malléole interne. Il en résulte des mouvements assez complexes du scaphoïde : 1° mouvement de cet os de dehors en dedans et d'avant en arrière ; 2° mouvement de rotation sur son axe antéro-postérieur, par lequel son tubercule, en se rapprochant de la malléole interne, s'élève de 1 à 2 centimètres, tandis que la partie supérieure et externe de cet os, opposée à ce tubercule, s'abaisse à peu près dans les mêmes proportions. Ce mouvement du scaphoïde sur l'astragale laisse à découvert non-seulement le tiers externe environ de la tête de l'astragale, mais encore une partie notable de sa portion supérieure.

Le scaphoïde entraînant dans son mouvement de dehors en dedans le cuboïde, et les autres os de l'avant-pied, le tiers ex-

(1) *Traité des muscles*, p. 387.

terne à peu près de la face antérieure du calcanéum se trouve également mis à nu.

Ce mouvement de dehors en dedans de l'avant-pied sur l'arrière-pied est favorisé uniquement par la convexité de la surface articulaire de la tête de l'astragale et par la surface concave correspondante du scaphoïde, car le tendon du jambier postérieur, à partir de son point de réflexion à son attache au tubercule du scaphoïde, se dirige d'arrière en avant. Mais on comprend qu'en agissant d'avant en arrière sur un point du bord interne du scaphoïde, il puisse faire glisser facilement la surface concave postérieure de cet os sur la surface convexe de la tête de l'astragale, et produire de cette manière le mouvement oblique en arrière et de dehors en dedans du scaphoïde qui entraîne l'avant-pied à sa suite.

554. Il importe de comparer cette action adductrice spéciale du jambier postérieur sur l'articulation médio-tarsienne à celle que le jambier antérieur exerce de bas en haut sur les articulations du bord interne de l'avant-pied.

On se rappelle en effet que ce dernier muscle (le jambier antérieur) agissant sur ces articulations en sens inverse du long péronier latéral, élève successivement le premier métatarsien sur le premier cunéiforme, celui-ci sur le scaphoïde et enfin ce dernier sur l'astragale (voy. I, *Jambier antérieur*, p. 464). Or on remarquera que ce mouvement d'élévation du scaphoïde sur l'astragale a lieu directement de bas en haut, et conséquemment que, si au moment où l'on exerce une traction sur ce jambier antérieur, le tiers externe de la tête de l'astragale et une portion de son bord supérieur ont été mis à découvert par le jambier postérieur, comme je l'ai démontré ci-dessus (553), on remarquera, dis-je, qu'à l'instant cet os est attiré en haut et un peu en dehors et qu'il va recouvrir

entièrement la tête de l'astragale. Il en résulte que le jambier antérieur n'imprime pas à l'avant-pied un mouvement de dehors en dedans sur l'arrière-pied, aussi étendu que le jambier postérieur.

555. Le jambier antérieur non-seulement détruit la voûte plantaire et constitue le pied plat, en vertu de son action spéciale sur le premier métatarsien ou sur la saillie sous-métatarsienne; abstraction faite de son action comme fléchisseur du pied, il élève en outre le scaphoïde de 1 à 2 centimètres plus haut que le jambier postérieur. Il en résulte qu'il fait regarder la face plantaire du pied plus en dedans que le jambier postérieur.

II. — Action sur l'articulation tibio-tarsienne.

556. Ce que j'ai dit de l'action du court péronier latéral, sur l'articulation tibio-tarsienne, est applicable au jambier postérieur, c'est-à-dire que ce dernier muscle ramène le pied dans la flexion à angle droit sur la jambe, s'il se trouve étendu ou fléchi.

557. Il règne entre les anatomistes une grande divergence d'opinion sur le mouvement imprimé par le jambier postérieur à l'articulation tibio-tarsienne.

On lit en effet dans Colombus : « *Pro usu natura hunc musculum genuit ut pedem versus interiora trahit* (1).

Environ deux siècles plus tard, Winslow a écrit : « Quand il agit seul, il étend le pied obliquement en dedans (2). Vient ensuite Sabatier qui soutient l'opinion de Colombus. » Il porte, dit-il, les pieds l'un vers l'autre en dedans, sans les étendre

(1) Colombus, *De re anatomica*, libr. XV. Parisiis, 1562, p. 278.

(2) Winslow, *Traité des muscles*, n° 133.

ni les fléchir (1). » Mais après Sabatier, c'est l'opinion de Winslow qui a régné dans l'enseignement de l'anatomie : le jambier postérieur a été considéré comme un extenseur adducteur.

On a vu que l'expérimentation et l'observation cliniques ont fait triompher l'opinion de Colombus et de Sabatier en démontrant que le jambier postérieur produit directement l'adduction du pied.

## § II. — Muscles moteurs des orteils.

### A. — Extenseur commun des orteils.

558. De même que l'extenseur commun des doigts, l'extenseur commun des orteils a été considéré, par tous les anatomistes, comme extenseur également puissant des trois phalanges. Aujourd'hui cette opinion doit être abandonnée, car il vient d'être démontré, par l'expérimentation (482 et 483) et encore mieux par les faits cliniques (506), que ce muscle dont l'action sur les phalanges est analogue à celle des extenseurs des doigts de la main, n'étend puissamment que les premières phalanges. On a vu en effet qu'il suffit, par exemple, que les interosseux soient atrophiés, pour qu'ils ne puissent plus étendre les deux dernières phalanges, qui alors sont entraînées dans la flexion continue par la force tonique de leurs antagonistes (les muscles long et court fléchisseurs communs des orteils).

559. J'ai recherché si les dispositions anatomiques des extenseurs des orteils pouvaient rendre compte des mouvements en sens inverse que ces muscles impriment aux phalanges;

(1) Sabatier, *Traité complet des muscles*, 1774, t. I, p. 398.

voici les remarques et les expériences cadavériques que j'ai faites.

Ayant mis à nu les muscles de la jambe et du pied récemment amputés et dont la force tonique était conservée, puis ayant exercé une traction sur les tendons de l'extenseur commun des orteils, les premières phalanges se sont étendues sur les métatarsiens et les deux dernières phalanges se sont infléchies, en raison directe du degré d'extension des premières.

J'ai ensuite divisé les tendons de ce muscle au niveau des premières phalanges, quelques millimètres au-dessus de leur articulation avec les secondes phalanges; alors j'ai constaté que ce muscle produisait l'extension des premières phalanges avec la même force, bien que ses tendons fussent séparés de leur attache aux deuxièmes phalanges.

Il était donc bien établi par cette expérience que les tendons de l'extenseur commun des orteils agissaient directement sur les premières phalanges, de manière à en produire l'extension, et que cette extension n'avait pas lieu par l'intermédiaire de ses attaches aux deuxièmes phalanges, comme on l'avait enseigné jusqu'alors.

560. Cherchant ensuite comment ces tendons pouvaient agir ainsi directement sur ces premières phalanges, je découvris qu'ils leur adhéraient, au moyen d'expansions fibreuses (voy. 5, fig. 94, et 5, fig. 95), qui, partant de leur face inférieure, se fixaient aux points correspondants de la face supérieure de ces phalanges et dans presque toute leur longueur. Ces fibres courtes, assez fortes, étaient recouvertes par des expansions beaucoup plus minces et plus longues qui adhéraient aux bords des tendons, allaient se perdre sur les côtés des premières phalanges; elles bridaient consi-

dérablement le mouvement de ces tendons; ce qui expli-

Fig. 94 (*).

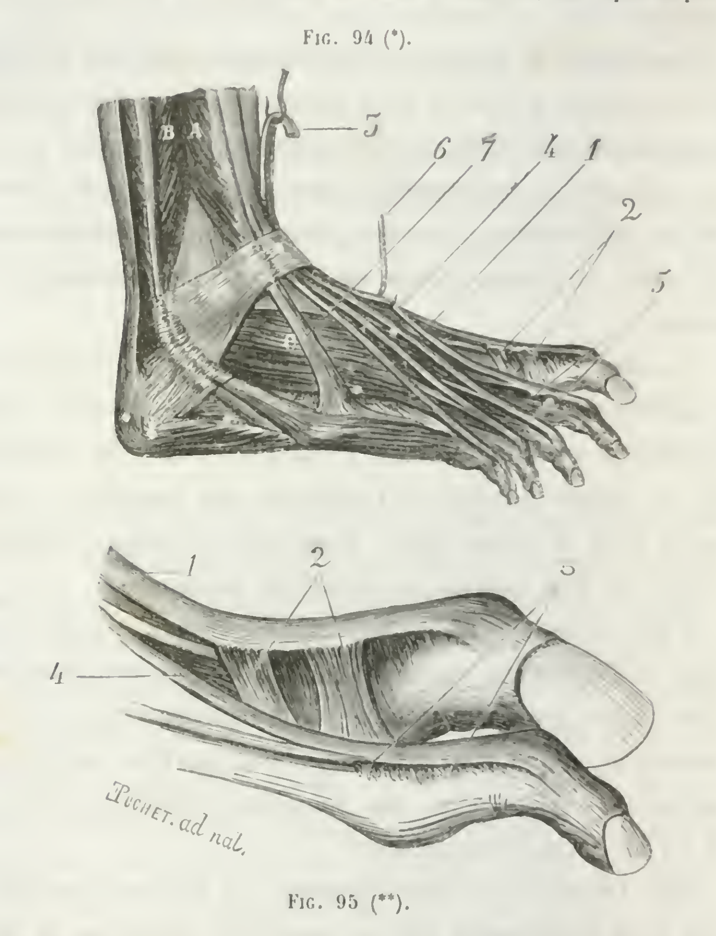



Fig. 95 (**).

(*,**) Préparations anatomiques destinées à montrer les expansions fibreuses qui unissent les tendons de l'extenseur commun des orteils et de l'extenseur propre du gros orteil aux premières phalanges, en vertu desquelles ces muscles agissent puissamment sur les premières phalanges et faiblement sur les dernières. — Le gros orteil et le premier orteil, vus par leur face externe dans la figure 94, sont représentés de grandeur naturelle dans la figure 95. — 1, Figures 94 et 95, tendon de l'extenseur propre du gros orteil sur lequel on tire à l'aide de l'érigne 3; 2, expansion fibreuse qui unit ce tendon à la première phalange; 4, tendon provenant de l'extenseur commun des orteils, allant au premier orteil et soulevé par l'érigne 6; 5, brides fibreuses, fortes et courtes, qui unissent le tendon à la première phalange du premier orteil. Ces brides étaient recouvertes par des expansions fibreuses, plus longues et minces, qui allaient du tendon aux côtés de la première phalange. A, péronier antérieur; B, court péronier; C, pédieux.

quait l'action faible qu'il exerçait sur les secondes et les troisièmes phalanges.

Les expansions fibreuses qui fixent les tendons de l'extenseur commun des orteils aux premières phalanges sont bien plus puissantes, surtout par l'étendue de leur attache osseuse, que celles de l'extenseur commun des doigts.

B. — Interosseux et lombricaux du pied.

561. La découverte de l'action propre des interosseux du pied et de la disposition anatomique qui explique cette action, ne date pas d'une époque aussi ancienne que celle des interosseux de la main. Elle appartient à Sabatier. Il a décrit en effet de la manière suivante la terminaison de l'un des interosseux supérieurs du pied, de celui qui occupe l'intervalle du premier et du second os métatarsiens. « Ce tendon, dit-il, va au côté interne de la première phalange du second orteil, auquel il s'attache en partie, après quoi, il continue le long du bord supérieur de cette phalange pour se joindre au bord interne des tendons extenseurs qui s'y trouvent » (1), et plus loin il dit : que les autres interosseux, ainsi que les lombricaux, ont les mêmes connexions avec les tendons de l'extenseur commun des orteils. Ensuite il ajoute que ces muscles, en outre des mouvements latéraux qu'ils impriment aux orteils, ont les mêmes usages que ceux de la main, c'est-à-dire qu'ils fléchissent les premières phalanges des doigts sur les os du métatarse, et qu'ils étendent les secondes sur les premières, et les troisièmes sur les secondes.

Sömmerring et Boyer, tout en admettant que la terminaison tendineuse des interosseux et des lombricaux du pied

(1) Sabatier, *Traité des muscles*, 1774, t. I, p. 400.

offre une disposition analogue à celle des interosseux de la main, en se continuant avec le tendon extenseur, n'ont cependant pas accordé à ces muscles une action sur l'extension des deux dernières phalanges. J'ai fait sur ce sujet quelques nouvelles expériences cadavériques.

562. Sur des pieds d'adultes, récemment amputés, dont les muscles avaient été mis à nu, j'ai déprimé avec mon doigt les premières phalanges des orteils, qui présentaient une légère courbe à convexité supérieure, alors les deux dernières phalanges se sont redressées sur les premières phalanges et les orteils sont devenus rectilignes.

Cette extension des deux dernières phalanges, qui avait lieu pendant l'abaissement mécanique des premières phalanges, ne se faisait pas avec force ; si je cherchais en effet à les fléchir, pendant que je maintenais les premières abaissées sur les métatarsiens, je sentais très-peu de résistance. Elle était produite évidemment par la résistance de l'extenseur commun des orteils à l'élongation que lui faisait subir la flexion de la première phalange. En effet, dès que j'eus coupé les tendons de ce muscle, au niveau de la tête des métatarsiens, elle n'eut plus lieu, pendant l'abaissement des premières phalanges. — Est-il besoin de dire que cette résistance de l'extenseur commun des orteils à l'élongation, et conséquemment que la puissance de l'extension des dernières phalanges augmente en raison de la force tonique de ce muscle ? J'ai constaté ce fait sur des membres tout récemment amputés dont la tonicité était encore intacte et sur lesquels j'ai fait ces mêmes expériences.

563. Ayant ensuite séparé les interosseux et les lombricaux de leurs attaches postérieures, j'ai exercé des tractions alternativement sur les uns et sur les autres ; alors, pendant

que je tirais sur les lombricaux, les deux dernières phalanges, bien que les tendons de l'extenseur commun fût coupé au niveau des métatarsiens, se sont étendues sur les premières phalanges qui s'infléchissaient.

Pendant cette expérience j'ai vu le tendon du lombrical se tendre et se prolonger dans la bandelette latérale du même côté. Avec une forte loupe, on distinguait très-nettement sa direction oblique d'arrière en avant et de bas en haut, contrastant avec la direction transversale des fibres de l'expansion fibreuse qui les mettait en connexion avec les tendons du long extenseur commun des orteils, de la même manière que la connexion des lombricaux et des interosseux de la main. Cette extension des deux dernières phalanges par les lombricaux ne se faisait pas avec la même force que celle des dernières phalanges des doigts par les lombricaux de la main.

Je n'ai pas obtenu cette même extension des deux dernières phalanges en tirant sur les interosseux du pied.

En somme, il ressort des expériences relatées ci-dessus (562 et 563) : 1° que la flexion des premières phalanges par les interosseux et par les lombricaux s'accompagne nécessairement de l'extension des deux dernières phalanges des orteils, extension produite par la résistance opposée à la flexion de ces phalanges par l'extenseur commun des orteils, résistance augmentée par la force tonique de ce muscle; 2° que les lombricaux agissent directement sur les deux dernières phalanges, comme extenseurs, en vertu du prolongement incontestable de leur tendon dans les bandelettes latérales, à la manière des lombricaux de la main.

564. La force d'extension des deux dernières phalanges des orteils, par la contraction des lombricaux, est donc produite à la fois par l'action directe de ces muscles sur ces

phalanges, et par la résistance tonique de l'extenseur commun des orteils.

Cette force d'extension est bien faible, comparativement au même mouvement des phalanges digitales, sous l'influence de la contraction des lombricaux et des interosseux de la main, mais elle est suffisante aux fonctions du pied, puisqu'elle est destinée principalement à faire appliquer contre le sol la pulpe de l'extrémité des orteils, pendant la station et la marche, ainsi que je l'ai démontré.

565. Supposons que les lombricaux du pied ne se prolongent pas, comme ceux de la main, jusque dans les bandelettes latérales, et en conséquence qu'ils n'aient aucune action directe sur l'extension des deux dernières phalanges. On doit prévoir que, malgré de telles conditions, la déformation des orteils (la griffe des orteils) sera encore la conséquence forcée de l'atrophie ou la paralysie de ces muscles.

Comme il a été en effet démontré dans des expériences faites sur le cadavre que, pendant l'extension de la première phalange des orteils, la résistance des fléchisseurs des orteils à toute élongation produit la flexion des deux dernières phalanges, en raison directe du degré d'extension de ces dernières phalanges, on conçoit que, consécutivement à l'atrophie des interosseux du pied qui, on le sait, infléchissent avec force les premières phalanges (voy. 493), ces premières phalanges soient nécessairement entraînées dans l'extension continue par la force tonique de l'extenseur commun des orteils, leur puissant extenseur. Or, en raison de certaines dispositions anatomiques exposées ci-dessus (560), ce muscle étend trop faiblement les deux dernières phalanges pour s'opposer alors à la flexion, dans laquelle elles sont entraînées par les fléchisseurs des orteils.

C. — Extenseur propre du gros orteil.

566. Les anatomistes anciens et les modernes ont été unanimes sur ce point, à savoir que l'extenseur propre du gros orteil en étend les deux phalanges. De plus, considérant que le tendon de ce muscle s'attache à la partie postérieure et supérieure de la seconde phalange, ils en ont déduit que son action devait s'exercer d'abord sur la seconde phalange et plus fortement que sur la première. Si en effet on ne tient compte que des dispositions anatomiques de ce muscle (son attache à la phalange unguéale, l'absence de toutes brides aponévrotiques fortes, semblables à celles des tendons des autres orteils, et qui limitent l'action de son tendon sur cette phalange), cette opinion paraît rationnelle. Mais comment la concilier avec ces faits cliniques dans lesquels on voit la première phalange seule s'étendre jusqu'à se subluxer sur la tête des métatarsiens, en même temps que la seconde s'infléchit sur la première, dans les cas où ce muscle se trouve dans un état d'élongation, comme dans l'équinisme (voy. 455 et fig. 85), ou consécutivement à l'atrophie des muscles qui se rendent aux os sésamoïdes du gros orteil (voy. 508 et fig. 93).

567. Des expériences cadavériques faites sur une jambe amputée et dont la force tonique musculaire est encore intacte, pouvaient seules faire connaître les conditions dans lesquelles ces mouvements en sens inverses sont produits par l'extenseur propre du gros orteil. Lorsque, dans ces expériences, j'ai tiré sur les tendons de ce muscle, a première phalange s'est étendue jusqu'à former, au plus haut degré de traction, un angle presque droit avec le premier métatarsien ; en même temps la seconde phalange s'est infléchie en raison directe du

degré d'extension de la première phalange. Mais dès que j'ai divisé le tendon du long fléchisseur du gros orteil, pendant que je continuais de tirer sur son extenseur propre, la seconde phalange s'est redressée avec force sur la première.

Les expériences faites sur des jambes de cadavre, dont l'irritabilité est éteinte, donnent des résultats semblables, mais moins prononcés, en raison de l'absence de la force tonique du long fléchisseur du gros orteil.

Il ressort donc de cette expérience cadavérique que l'extension de la deuxième phalange, par l'extenseur propre du gros orteil, n'est pas assez puissante pour vaincre la résistance opposée par l'élongation et par la force tonique de son antagoniste, le long fléchisseur du gros orteil, pendant l'extension de la première phalange. Ce fait a été méconnu par les anatomistes.

568. Voici une disposition anatomique qui a quelque analogie avec celle des tendons de l'extenseur commun des orteils, augmente la puissance d'extension exercée sur la première phalange du gros orteil par l'extenseur propre du gros orteil, et diminue celle de son action sur la seconde phalange. Au niveau de la première phalange, on voit naître, de chaque côté du tendon de ce muscle et depuis l'articulation métatarso-phalangienne jusqu'à la terminaison de ce tendon, une expansion aponévrotique qui se fixe sur les côtés de la première phalange (voy. 2, fig. 94 et 95).

Après avoir fait la préparation anatomique qui met à nu cette expansion aponévrotique, si l'on tire sur le tendon de l'extenseur propre du gros orteil, on constate, dès que l'extension du gros orteil est commencée, que cette expansion aponévrotique bride ce tendon dont l'action s'exerce alors sur la première phalange, en raison directe du degré d'ex-

tension de celle-ci, et qu'en même temps la force du mouvement imprimé par ce tendon à la seconde phalange va en diminuant proportionnellement. Il en résulte que cette se-

Fig. 96 (*).

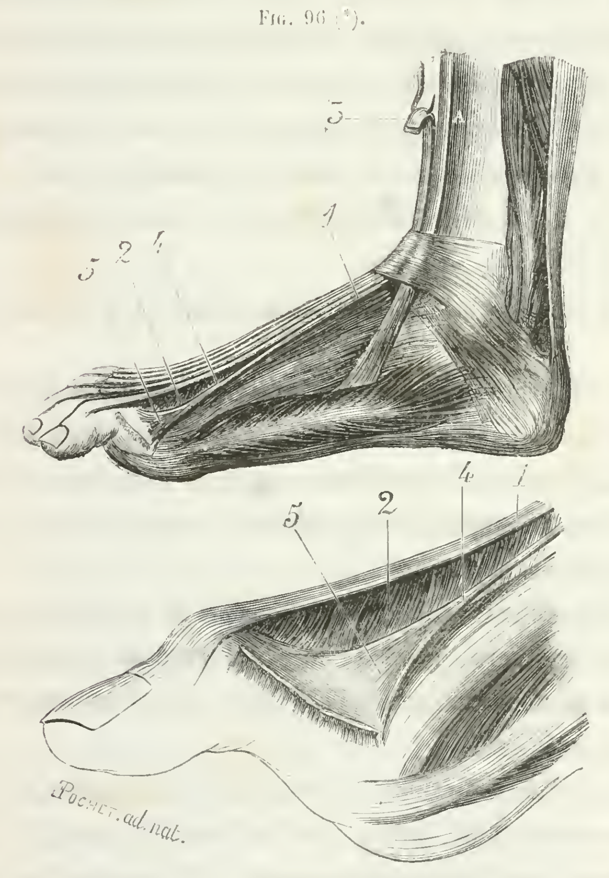



Fig. 97 (**).

conde phalange est infléchie par la résistance du long fléchisseur du gros orteil (voy. fig. 95 et 97).

(*,**) Préparation anatomique d'un pied droit, figure 96, et de son gros orteil de grandeur presque naturelle, figure 97, vus par leur face interne, déjà représentés par leur face externe dans les figures 94 et 95. — Les figures 96 et 97 sont destinées à montrer les dispositions anatomiques, en vertu desquelles l'extenseur propre du gros orteil étend puissamment la première phalange et faiblement la seconde. — 1, Tendon de l'extenseur propre du gros orteil sur lequel une

En outre j'ai vu quelquefois un tendon mince se détacher des fibres charnues les plus inférieures de l'extenseur propre du gros orteil, et marchant en dedans de son gros tendon (voy. 4, fig. 96 et 97), aller se fixer à l'extrémité postérieure et supérieure de la première phalange (voy. 5, fig. 96 et 97).

Ces faits anatomiques rendent donc parfaitement compte de l'action puissante que l'extenseur propre du gros orteil exerce directement sur la première phalange, et de la faiblesse du mouvement qu'il imprime à la seconde phalange.

D. — Muscles qui aboutissent aux os sésamoïdes du gros orteil.

569. Winslow avait divisé les masses musculaires qui aboutissent aux os sésamoïdes du gros orteil en deux muscles composés chacun de plusieurs faisceaux. Il appelait celui qui se rend au sésamoïde interne *thénar*, et celui qui va au sésamoïde externe *antithénar*.

M. Cruveilhier a adopté cette division en comprenant dans l'adducteur du gros orteil le faisceau interne du court fléchisseur du gros orteil, et dans l'abducteur le faisceau externe du même muscle.

J'ai suivi cette division : elle est la seule rationnelle, au point de vue anatomique, parce que les deux faisceaux du court fléchisseur sont parfaitement distincts, et plus encore au point

traction est exercée à l'aide de l'érigne 3, figure 96 ; 2, expansion aponévrotique externe, vu par sa face interne, unissant le tendon de l'extenseur propre du gros orteil à la première phalange. L'expansion aponévrotique interne a été enlevée afin de montrer que sous l'expansion fibreuse du tendon extenseur propre du gros orteil il n'existe pas de fibres courtes et fortes qui le brident puissamment, comme on l'observe pour les tendons de l'extenseur commun des orteils (voy. 3, fig. 95). 4, petit tendon supplémentaire du tendon de l'extenseur propre du gros orteil, terminé par une aponévrose fibreuse qui va s'attacher en s'épanouissant à la première phalange.

de vue physiologique, puisqu'ils impriment au gros orteil des mouvements latéraux en sens inverse (voy. 500 et 501).

570. Les auteurs sont en désaccord sur les mouvements imprimés au gros orteil par ses muscles adducteurs ou abducteurs. Selon les uns (Winslow, Sappey) ils fléchissent puissamment le gros orteil, et ne le meuvent latéralement qu'accessoirement ; selon les autres (Sabatier, Sömmerring, Boyer, Cruveilhier) ces muscles écartent ou rapprochent le pouce des autres orteils, et ne le fléchissent qu'un peu.

J'ai même rencontré des anatomistes qui doutaient du mouvement de latéralité imprimé au gros orteil par l'adducteur.

Il était donc nécessaire que l'exploration électrique et l'observation clinique vinssent fixer l'opinion sur ce point. J'ai démontré, on se le rappelle, que ces muscles (l'adducteur et l'abducteur) impriment à la première phalange du gros orteil des mouvements obliques en bas et en dedans ou en dehors, avec une grande puissance ; j'ai fait en outre connaître les circonstances fréquentes où ils sont appelés à agir partiellement (voy. 503) ou à combiner leur action, dans le but d'infléchir directement la première phalange, soit pour concourir au mouvement d'impulsion du corps en avant, dans le premier temps de la marche (voy. 502), soit comme modérateurs de l'extenseur propre du gros orteil qui étend puissamment la première phalange.

571. Les muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil n'envoient pas de chaque côté un prolongement aponévrotique qui les mette en connexion avec le tendon de l'extenseur propre du gros orteil, ainsi qu'on l'observe pour les muscles de l'éminence thénar qui aboutissent aux os sésamoïdes du pouce (voy. *b*, fig. 59 et *c*, fig. 60). Cependant,

en abaissant mécaniquement la première phalange du gros orteil, on voit qu'ils produisent l'extension de la seconde phalange, par l'élongation de l'extenseur propre du gros orteil.

572. Winslow, Sabatier, Sömmering, Boyer et Bichat ont professé que ces muscles et principalement l'adducteur du gros orteil, en même temps qu'ils infléchissent le gros orteil, courbent le pied sur toute sa longueur en rapprochant le pouce (gros orteil) du calcanémum et le calcanémum du pouce, en d'autres termes, qu'ils peuvent augmenter la courbe de la voûte plantaire.

Les faits cliniques dans lesquels, le pied étant devenu plat, consécutivement à la paralysie du long péronier latéral, le malade ne peut abaisser la saillie sous-métatarsienne, en contractant énergiquement les muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil, ces faits, dis-je, ont démontré que l'opinion de ces auteurs n'est pas fondée.

573. On doit comprendre maintenant le but ou l'utilité des expansions fibreuses, en vertu desquelles l'extenseur commun des orteils et l'extenseur propre du gros orteil, agissent directement sur les premières phalanges des doigts du pied. Comme ces muscles, plus particulièrement l'extenseur commun des orteils, sont destinés à fléchir le pied sur la jambe (voy. 439), il était utile, sinon nécessaire que leur attache tendineuse se fît aux premières phalanges, parce que pendant les mouvements de flexion du pied par ces muscles, ces phalanges doivent être rendues fixes par les interosseux, les lombricaux et les muscles qui se rendent aux os sésamoïdes du gros orteil.

Est-il besoin de démontrer que si ces muscles n'avaient agi directement que sur les secondes phalanges des orteils, leur attache inférieure n'aurait pas offert assez de solidité pour produire la flexion du pied sur la jambe, et les secondes

phalanges se seraient renversées sur les premières, pendant ce mouvement qui est exécuté par des contractions musculaires énergiques.

574. L'extenseur commun des orteils et l'extenseur propre du gros orteil, muscles, surtout le premier, dont la fonction principale est de fléchir le pied sur la jambe, s'attachant inférieurement aux orteils, il était certainement impossible de trouver un ensemble de moyens plus ingénieux pour rendre fixe ce point d'attache. Mais la nature s'est-elle montrée assez prévoyante en choisissant un point d'attache aussi mobile que celui qui se fait aux premières phalanges des orteils ?

Qu'il me soit permis de faire ressortir les graves inconvénients des attaches phalangiennes d'un muscle dont la fonction principale est de concourir à la flexion du pied sur la jambe ; je veux parler de l'extenseur commun des orteils (fléchisseur abducteur). La flexion directe du pied sur la jambe est exécutée par le jambier antérieur (fléchisseur adducteur) et par l'extenseur commun des orteils (fléchisseur abducteur). Leur concours synergique est indispensable à ce mouvement. L'attache inférieure du premier a lieu dans un point fixe, à la partie postérieure et inférieure du premier métatarsien ; tandis que celle du second se fait sur un point très-mobile, aux premières phalanges des orteils. Cette attache de l'extenseur commun des orteils, muscle nécessairement en action dans l'un des mouvements les plus importants et les plus fréquents du membre inférieur, cette attache, dis-je, qui, en raison de sa mobilité, est pour ce muscle une cause de faiblesse, a nécessité le concours synergique des interosseux qui fixent solidement les premières phalanges, au moment où ce muscle se contracte avec le jambier antérieur, afin de produire la flexion du pied sur la jambe.

Cette complication nécessaire au fonctionnement du fléchisseur abducteur du pied (extenseur commun des orteils) eût pu être évitée, en attachant ce muscle aux métatarsiens, comme le péronier antérieur, faisceau inconstant qui est une dépendance de l'extenseur commun des orteils, et qui s'attache au dernier métatarsien (voy. C fig. 94). En vertu de cette attache fixe, la puissance de flexion exercée par ce muscle y aurait gagné, et n'aurait pas été exposée à l'affaiblissement occasionné par la griffe des orteils, consécutive à l'atrophie des interosseux, et qu'il contribue à développer.

En somme, l'attache phalangienne de l'extenseur commun des orteils, muscle nécessaire à la coopération du mouvement de flexion du pied sur la jambe, est une cause de faiblesse, dans certaines conformations des orteils, pour l'exécution de ce mouvement. — Peut-être comprendrai-je un jour l'utilité de l'attache phalangienne du muscle fléchisseur abducteur? Aujourd'hui je n'en vois que les inconvénients.

575. L'extenseur propre du gros orteil est un muscle qui concourt aussi au mouvement de flexion du pied sur la jambe ; il est alors auxiliaire du jambier antérieur (voy. 438). Mais l'observation clinique a fait connaître les dangers auxquels ce concours auxiliaire expose à la conformation du gros orteil et du pied.

En effet il ne peut agir, comme fléchisseur du pied, sans étendre la première phalange du gros orteil ; il en résulte que la contraction synergique des muscles fléchisseurs de cette première phalange, qui fixent le gros orteil, devient nécessaire, pendant que ce muscle concourt à la flexion du pied. L'observation clinique a également montré les graves inconvénients que peut avoir l'attache phalangienne de ce muscle,

lorsqu'il est forcé d'intervenir trop activement comme fléchisseur du pied sur la jambe.

N'a-t-on pas vu, en effet, lorsque le jambier antérieur est atrophié ou affaibli, que l'extenseur propre du gros orteil, son auxiliaire impuissant, agit bientôt, en s'efforçant de le suppléer, d'une manière exagérée sur la première phalange qui alors est bientôt subluxée en haut et en arrière sur la tête du premier métatarsien (voy. 451). D'un autre côté, un équin vient-il à se former, l'élongation continue de l'extenseur propre du gros orteil produit la griffe du gros orteil, avec subluxation de la première phalange et augmentation de la voûte plantaire (voy. 455). Peut-être eut-il mieux valu que ce muscle restât étranger à la flexion du pied ?

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL

### § I. — Mouvements du pied sur la jambe.

Six muscles sont spécialement destinés à mouvoir le pied sur la jambe : ce sont le triceps sural (jumeaux et soléaire), le long péronier latéral, le jambier antérieur, l'extenseur commun des orteils, l'extenseur propre du gros orteil, le jambier postérieur et le court péronier latéral.

Les deux premiers produisent l'extension du pied, les trois suivants sa flexion, et les deux derniers ses mouvements latéraux, indépendamment de sa flexion et de son extension.

Il n'existe pas de muscle qui exécute directement l'extension ou la flexion du pied, c'est-à-dire sans le porter dans l'adduction ou dans l'abduction et sans le renverser en dedans ou en dehors ; ces mouvements d'extension ou de flexion directes ne peuvent être obtenus que par des combinaisons muscu-

laires. Ainsi le triceps sural est *extenseur adducteur*, et le long péronier latéral *extenseur abducteur ;* de leur action combinée, résulte l'extension directe ; le jambier antérieur est *fléchisseur adducteur*, l'extenseur propre du gros orteil est auxiliaire de celui-ci, l'extenseur commun des orteils est *fléchisseur abducteur*, et, par leur contraction synergique, ces derniers muscles fléchissent directement le pied.

Il serait rationnel de tirer la dénomination des muscles moteurs du pied de la fonction pour laquelle ils ont été créés ; c'est cette dénomination qu'il conviendrait d'adopter, afin de rendre plus simple et plus claire l'étude physiologique qui fait l'objet de ces recherches.

### A. — Extension.

I. Le triceps sural (jumeaux et soléaire) étend avec une grande puissance l'arrière-pied et la moitié externe de l'avant-pied ; il n'exerce aucune action sur la moitié interne de ce dernier. Après avoir produit le maximun d'extension du pied dans son articulation tibio-tarsienne, il imprime simultanément à ce pied : 1° un mouvement de pivot sur l'axe de la jambe, de manière que sa pointe soit portée en dedans et le talon en dehors ; 2° un mouvement de rotation sur son axe antéro-postérieur, en abaissant son bord externe, tandis que son bord interne s'élève, d'où il résulte que la plante du pied regarde en dedans (voy. 417, I, *Triceps sural*).

II. L'action des jumeaux, comme fléchisseurs de la jambe sur la cuisse, est très-faible, comparativement à leur action comme extenseurs du pied (397). Il est heureux qu'il en soit ainsi, car ils sont appelés à fonctionner au moment où la cuisse s'étend sur la jambe (398).

Le soléaire est en outre destiné à produire spécialement

l'extension du pied, lorsque la jambe est fléchie sur la cuisse (400).

Le long péronier latéral abaisse la partie interne de l'avant-pied et creuse la voûte plantaire. Dans l'extension physiologique du pied, il maintient solidement, à la manière d'un ligament, le premier métatarsien dans cet état d'abaissement, pendant que le triceps sural étend avec force l'arrière-pied et la partie externe de l'avant-pied, dans l'articulation tibio-tarsienne. Ensuite il imprime au pied un double mouvement de rotation, en vertu duquel ce dernier se porte dans l'abduction, pendant que son bord externe s'élève (voy. p. 417, II, *Long péronier latéral* et n$^{os}$ 401, 402).

III. Le concours du long péronier latéral qui produit l'abduction du pied était nécessaire au triceps sural (extenseur adducteur) pour l'extension directe du pied (voy. 405).

IV. La contracture du triceps sural qui produit l'équin varus, ou du long péronier latéral qui donne naissance à une espèce de *pied creux valgus* (non décrit avant ces recherches), confirment les faits précédents qui ressortent de l'expérimentation électro-physiologique (voy. 407, 408, 409).

V. Le triceps sural a-t-il perdu son action, le mouvement d'extension ne se fait, dans l'articulation tibio-astragalienne, qu'avec une grande faiblesse, et encore cette extension va-t-elle à peine au delà de l'angle droit, malgré la contraction énergique du long péronier latéral et du long fléchisseur commun des orteils (voy. 413).

Ce fait clinique prouve que le triceps sural est le seul muscle qui étende puissamment l'articulation tibio-tarsienne.

VI. Les sujets privés du triceps sural contractent le long péronier latéral isolément et d'une manière exagérée. On voit alors la tête du premier métatarsien s'abaisser consi-

dérablement, la voûte plantaire se creuser davantage, et l'avant-pied se tordre sur l'arrière-pied, de manière que le bord externe du pied s'élève et que la plante du pied regarde en dehors ; en même temps, le pied se porte dans l'abduction, et la malléole interne devient plus saillante (voy. 413).

Ces mouvements pathologiques sont, on le voit, la reproduction exacte des mouvements produits par la faradisation localisée du long péronier latéral.

VII. Chez les sujets dont le triceps sural est atrophié, le talon reste abaissé, c'est-à-dire que l'arrière-pied conserve l'attitude qu'il prend pendant sa flexion sur le pied ; il se forme un talus ; mais alors, l'action du long péronier latéral s'exerçant d'une manière exagérée et continue, la partie interne de l'avant-pied s'infléchit sur l'arrière-pied, en se portant un peu en dehors, ce qui donne naissance à un pied creux tordu en dehors (talus, pied creux du long péronier latéral) (voy. 416).

On voit donc combien le triceps sural est nécessaire à la conformation normale du pied, et quel est le genre de difformité consécutive à l'abolition de sa force tonique.

VIII. L'observation clinique démontre que le soléaire privé du concours des jumeaux ne saurait suffire à l'extension du pied pendant la marche, la course, le saut (voy. 412).

IX. Malgré l'absence du long péronier latéral, l'extension de l'arrière-pied et de sa partie externe se fait avec une grande puissance ; mais alors la partie interne de l'avant-pied ne peut exécuter ce mouvement avec force, car elle cède à la moindre résistance qui lui est opposée, pendant le mouvement d'extension du pied. En outre, le pied se place dans l'adduction, et sa face plantaire regarde en dedans ; il prend l'attitude du varus. On reconnaît dans ce mouvement pathologique l'ac-

tion propre de l'extenseur adducteur (triceps sural), démontrée déjà par l'expérimentation électro-physiologique (voy. ci-dessus I).

Les sujets privés du long péronier latéral ne pouvant appliquer solidement le premier métatarsien contre le sol, pendant l'extension du pied, contractent instinctivement, dans ce but, les muscles qui fléchissent le gros orteil; mais ils ne parviennent qu'à en fléchir la première phalange, sous laquelle on voit se former alors un durillon. Ce fait clinique prouve que le long péronier latéral est physiologiquement le seul extenseur (abaisseur) de la partie interne de l'avant-pied (voy. 418).

X. La paralysie du long péronier latéral est toujours suivie d'un pied plat (voy. 422).

Ce pied plat est varus, c'est-à-dire que la face plantaire de l'avant-pied regarde en dedans; sa partie externe touche à peine le sol; mais pendant la station et la marche, il devient valgus, parce qu'alors sa partie externe, appuyant seul sur le sol, il est renversé sur sa partie interne et se trouve nécessairement placé dans l'abduction (voy. 423). La disparition de tous ces troubles fonctionnels, par la guérison de la paralysie du long péronier latéral, concourt à démontrer quels sont l'action individuelle et les usages de ce muscle (voy. 426 et 427).

De l'ensemble de tous ces faits ressort le degré d'utilité du long péronier latéral.

B. — Flexion du pied sur la jambe.

XI. Le jambier antérieur produit simultanément les trois mouvements suivants : élévation de la partie interne de l'avant-

pied, en sens contraire du mouvement qui lui est imprimé par le long péronier latéral, flexion du pied sur la jambe, et adduction du pied (voy. p. 464, I, *Jambier antérieur*).

La forme générale du pied est modifiée par l'action du jambier antérieur : sa face dorsale se renverse en dehors, et les phalanges, surtout celles du gros orteil, s'inclinent sur les métatarsiens (voy. p. 466, et n° 437).

XII. L'extenseur commun des orteils fléchit le pied sur la jambe et le porte dans l'abduction (voy. p. 467, *Extenseur commun des orteils*).

XIII. De la contraction simultanée de l'extenseur commun des orteils et du jambier antérieur résulte, suivant les différents degrés de contraction de l'un ou de l'autre muscle, ou la flexion directe du pied sur la jambe, ou la flexion abductrice ou la flexion adductrice, ou des mouvements de circumduction (voy. 440).

XIV. Pendant le second temps de la marche, la flexion instinctive du pied sur la jambe se fait avec un peu d'abduction. L'utilité de ce mouvement, c'est que la flexion adductrice qui, — on le verra plus loin (voy. LIX), — résulte des mouvements simultanés de l'articulation tibio-tarsienne et calcanéo-astragalienne, est plus étendue que la flexion directe produite uniquement par le jeu de l'articulation tibio-tarsienne (voy. 446).

XV. Le muscle dit péronier antérieur n'est qu'une dépendance de l'extenseur commun des orteils ; bien qu'il manque souvent, l'extenseur commun des orteils n'en possède pas moins le pouvoir d'exercer les mouvements spéciaux décrits ci-dessus (voy. 442 et 443).

XVI. L'extenseur commun des orteils étend également ceux-ci ; mais son utilité, comme fléchisseur abducteur, est

beaucoup plus grande, parce qu'il est le seul muscle qui puisse neutraliser l'action du fléchisseur adducteur (jambier antérieur), afin de produire la flexion ou directe ou abductrice, et parce que sans lui le pédieux peut étendre puissamment les orteils.

Conséquemment, si ce muscle, improprement appelé long extenseur des orteils, doit tirer sa dénomination de la fonction principale à laquelle il est destiné, le nom de fléchisseur abducteur est le seul qui lui convienne (voy. 444 et 445).

XVII. Consécutivement à la paralysie ou à l'atrophie du jambier antérieur, les sujets ne peuvent exécuter ni la flexion adductrice ni la flexion directe, malgré les efforts de son auxiliaire, l'extenseur propre du gros orteil, que l'on voit s'hypertrophier, à la longue, par ses efforts continus; la flexion ne se fait plus sans abduction, de sorte que le pied reste toujours tourné plus en dehors qu'à l'état normal (voy. 450).

Dans ces cas, le pied butte contre le sol, pendant la marche, parce que la force de flexion instinctive du second temps de la marche est devenue insuffisante (voy. 454).

Enfin la diminution de la force tonique des fléchisseurs du pied donne à ses extenseurs une prédominance d'action qui, agissant incessamment pendant le repos musculaire, est, avec le temps, suivie d'équinisme (voy. 455).

Ces phénomènes pathologiques non-seulement confirment les faits physiologiques qui ressortent de l'expérimentation électro-musculaire, mais ils font aussi ressortir le degré d'utilité du jambier antérieur, au point de vue des mouvements de flexion du pied sur la jambe et de son attitude.

XVIII. Le défaut d'action de l'extenseur commun des orteils occasionne des troubles fonctionnels analogues à ceux qui sont produits par la paralysie du jambier antérieur (voy. ci-

dessus XVII), avec cette différence toutefois, que les mouvements latéraux du pied ont lieu dans un sens opposé ; on peut donc en tirer également des déductions applicables à la physiologie de ce muscle (voy. 456).

XIX. L'attitude continue de flexion adductrice, produite par la contracture du jambier antérieur, occasionne le déplacement progressif du tendon de l'extenseur commun des orteils, qui, au niveau du ligament annulaire du tarse, vient se placer à côté du tendon du muscle précédent ; il s'ensuit que l'extenseur commun des orteils devient fléchisseur adducteur.

Il ressort de ce phénomène pathologique que le mouvement d'abduction dont jouit l'extenseur commun des orteils, ou plutôt que son action spéciale sur l'articulation calcanéo-astragalienne est due à la situation en dehors dans laquelle les tendons se trouvent placés, au niveau de leur passage à travers la gaîne du ligament annulaire du tarse, pour aller se réfléchir sur la face dorsale du pied (voy. 459).

XX. Dans les cas où le mouvement de l'articulation tibio-tarsienne est aboli ou gêné par une cause morbide quelconque, le mouvement de l'articulation calcanéo-astragalienne s'exagère, pour ainsi dire, d'une manière supplémentaire ; le malade peut encore fléchir et étendre le pied. Ce mouvement, dont l'étendue est beaucoup plus grande au bord externe du pied qu'à son bord interne, ne peut être obtenu sans l'abduction du pied ; assez limité d'abord, il devient de plus en plus grand, par la déformation progressive de l'articulation calcanéo-astragalienne.

Ce fait clinique fait mieux comprendre les mouvements physiologiques que l'articulation calcanéo-astragalienne exécute, pendant la flexion, mouvements déjà mis en lumière par l'expérimentation électro-physiologique (voy. 466, 467).

C. — Abduction et adduction.

XXI. Le court péronier latéral porte le pied directement dans l'abduction, et le fait tourner en même temps sur son axe antéro-postérieur de dedans en dehors (mouvement de valgus); il élève le cinquième métatarsien au-dessus des autres; il place enfin le pied entre la flexion et l'extension.

Le mouvement de valgus imprimé au pied par le court péronier latéral est plus prononcé et plus énergique que par le long péronier latéral (voy. p. 497, I, *Court péronier latéral*).

XXII. Le jambier postérieur porte le pied directement dans l'adduction. Pendant ce mouvement, le bord externe du pied devient convexe en dehors et son bord interne concave en dedans; la tête de l'astragale et l'extrémité antérieure du calcanéum font une saillie sur le dos du pied; la partie interne de l'avant-pied est seulement un peu plus élevée que sa partie externe, de telle sorte que sa face plantaire regarde très-peu en dedans; enfin il place le pied entre la flexion et l'extension auxquelles il s'oppose, mais avec un peu de force (voy. p. 497, II, *Jambier postérieur*).

XXIII. Des expériences électro-musculaires faites comparativement sur le jambier antérieur et sur le jambier postérieur démontrent : 1° que le premier produit puissamment un degré très-prononcé d'adduction du pied, et fait regarder très-peu sa face plantaire en dedans; 2° qu'il s'oppose à l'élévation du bord interne du pied par le jambier antérieur, tandis que celui-ci exécute peu et faiblement l'adduction et renverse fortement le dos du pied en dehors (voy. 473).

XXIV. Le court péronier latéral et le jambier antérieur sont les seuls muscles qui puissent produire les mouvements laté-

raux du pied, indépendamment de sa flexion ou de son extension (voy. 474).

XXV. Un équilibre parfait entre la force tonique du court péronier latéral et celle du jambier postérieur est nécessaire à la conformation normale du pied. La prédominance tonique du premier donne au pied la forme du valgus, celle du second la forme du varus (voy. 475) qu'il ne faut pas confondre avec l'espèce de varus produit par le jambier antérieur (voy. 476 et 488).

### § II. — Mouvements des orteils.

XXVI. L'extenseur commun des orteils agit de la même manière que l'extenseur commun des doigts, principalement sur les premières phalanges qu'il étend, tandis qu'à son maximum de contraction, les deux dernières phalanges sont fléchies ou bien ont une tendance à être fléchies par l'élongation qu'éprouvent alors les fléchisseurs des orteils (voy. 183).

XXVII. Le pédieux meut en sens inverse les premières et les deux dernières phalanges, de la même manière que l'extenseur commun des orteils.

XXVIII. L'extenseur propre du gros orteil étend puissamment la première phalange et faiblement la seconde phalange qui est alors infléchie par la résistance tonique du long fléchisseur du gros orteil, lorsque la première phalange est renversée sur le premier métatarsien par l'extenseur propre du gros orteil, à son maximum de contraction (voy. 484).

XXIX. Les muscles long et court fléchisseurs communs des orteils et long fléchisseur du gros orteil fléchissent puissamment, celui-ci la seconde phalange, ceux-là les deux dernières phalanges; leur action sur les premières phalanges est comparativement faible (voy. 487).

XXX. Outre les mouvements latéraux (l'adduction ou l'abduction) qu'ils impriment aux orteils, les interosseux meuvent, de même aussi qu'à la main, les phalanges en sens inverse de l'extenseur commun, en fléchissant les premières phalanges et en étendant les dernières (voy. 493 et 494).

XXXI. Les lombricaux du pied, l'abducteur et le court fléchisseur du petit orteil produisent, comme les interosseux, la flexion des premières phalanges et l'extension des deux dernières (voy. 496, 497, 498).

XXXII. Les muscles ou faisceaux musculaires qui se terminent à l'os sésamoïde interne du gros orteil (l'adducteur et le faisceau interne du court fléchisseur) et à son os sésamoïde externe (l'abducteur et le faisceau externe du court fléchisseur) fléchissent puissamment la première phalange, la portent, les premiers en dedans, les autres en dehors, et en même temps produisent l'extension de la deuxième phalange (voy. 499, 500, 501).

XXXIII. Ces mouvements en bas et latéraux de la première phalange du gros orteil étaient nécessaires à certains usages du pied (voy. 502, 503 et 504).

XXXIV. Les faits énoncés dans les propositions précédentes, et qui ressortent de l'expérimentation électro-musculaire, sont confirmés par l'observation clinique.

En effet, lorsque l'extenseur commun des orteils et l'extenseur propre du gros orteil sont paralysés, la prédominance tonique des interosseux, des lombricaux et des muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil, place les premières phalanges dans la flexion et les dernières dans l'extension (voy. 505); les interosseux, les lombricaux, l'abducteur et le court fléchisseur du petit orteil, et enfin les muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil ont-

ils au contraire perdu leur action, les premières phalanges se redressent sur leurs métatarsiens, jusqu'à se subluxer quelquefois, et les deux dernières se recourbent; les orteils forment, en un mot, une griffe plus ou moins prononcée (voy. 506, 508); enfin la même déformation des doigts du pied se produit, lorsque la force tonique des extenseurs des orteils l'emporte sur celle de leurs antagonistes cités ci-dessus ou lorsqu'ils agissent d'une manière exagérée et continue (voy. 509, 510, 511, 512, 513).

XXXV. En somme, les muscles situés à la plante du pied, à l'exception du pédieux, des long et court fléchisseurs communs des orteils, de l'accessoire, produisent simultanément la flexion des premières phalanges et l'extension des dernières phalanges. C'est leur principale fonction, surtout lorsque, pendant la marche, les orteils et principalement le gros orteil s'abaissent puissamment, après que le pied s'est détaché du sol, du talon à l'extrémité antérieure des métatarsiens, afin de donner au corps la dernière impulsion en avant. En effet, si ces muscles, en abaissant les premières phalanges, n'avaient pas étendu en même temps les dernières phalanges, de manière à en appliquer la pulpe contre le sol, ces dernières phalanges auraient été infléchies par les muscles long fléchisseur des orteils et du gros orteil, et auraient appuyé contre le sol par leur extrémité unguéale. Dans ce cas, la marche et même la station debout seraient devenues douloureuses, ainsi que le prouve l'observation clinique (voy. 514).

XXXVI. Outre l'action spéciale qu'ils exercent sur les phalanges, les muscles moteurs des orteils, à l'exception du long fléchisseur du gros orteil, impriment aux doigts du pied des mouvements ou en dehors ou en dedans.

Le pédieux les attire en dehors; cette action latérale va en diminuant du gros orteil au quatrième orteil.

Les muscles extenseurs commun des orteils et propre du gros orteil étendent les premières phalanges directement sur les métatarsiens; mais ces orteils se trouvent-ils déviés en dehors par le pédieux, ils les ramènent vers le bord interne du pied, pour les étendre ensuite directement (voy. 485).

XXXVII. Le long fléchisseur commun des orteils attire les orteils en dedans et imprime à leurs premières phalanges un mouvement de rotation, de dehors en dedans, sur leur axe longitudinal (voy. 488).

Mais l'accessoire corrige cette flexion oblique des phalanges et la convertit par sa contraction synergique, avec le long fléchisseur commun des orteils, en une flexion directe des phalanges (voy. 489 et 490). Seul il a ce pouvoir; c'est sa seule fonction; il doit donc être considéré comme une dépendance de ce muscle.

XXXVIII. Les interosseux du pied qui aboutissent antérieurement au côté interne des phalanges, portent les orteils en dedans; ceux qui se terminent à leur côté externe les attirent en dehors. Il conviendrait donc, au point de vue fonctionnel, de les diviser en interosseux adducteurs et en interosseux abducteurs.

Le court fléchisseur et l'abducteur du petit orteil appartiennent physiologiquement à l'ordre des interosseux. Ils sont les modérateurs nécessaires de l'interosseux abducteur de cet orteil, car ils ont la même action que lui, comme fléchisseur de la première phalange et extenseur des deux dernières.

On en peut dire autant des muscles qui se rendent aux os sésamoïdes du gros orteil, qui agissent de la même ma-

nière que les interosseux, puisqu'ils attirent le gros orteil en dedans ou en dehors, suivant qu'ils aboutissent à l'os sésamoïde interne ou à l'os sésamoïde externe, et qu'ils agissent comme eux en sens inverse sur ses phalanges.

XXXIX. Tous ces muscles (les interosseux, le court fléchisseur et l'abducteur du petit orteil, et surtout l'adducteur, l'abducteur et le court fléchisseur du gros orteil), se contractent ordinairement synergiquement, afin de produire la flexion directe des orteils sur les métatarsiens, et pour accomplir les fonctions auxquelles ils sont destinés, comme dans la marche, le saut, etc. (voy. 502).

Cependant les faisceaux adducteurs ou abducteurs du gros orteil sont souvent appelés à le mouvoir obliquement en bas et en dedans ou en dehors (voy. 503).

XL. L'abducteur transverse est une sorte de ligament actif, principalement destiné à empêcher l'extrémité antérieure du premier métatarsien de s'écarter en dedans, pendant la station sur les pieds et pendant la marche (voy. 503).

XLI. Ni le long fléchisseur du gros orteil ni l'adducteur du gros orteil ne peuvent abaisser l'extrémité antérieure du premier métatarsien, sous l'influence de la volonté.

XLII. Enfin les muscles long fléchisseur commun des orteils et long fléchisseur du gros orteil sont impuissants, comme extenseurs du pied sur la jambe.

### § III. — Considérations anatomiques et historiques.

#### A. — EXTENSION DU PIED.

**a. — Mouvements des articulations tibio-tarsienne et calcanéo-astragalienne par le triceps sural.**

XLIII. On peut diviser en deux temps les mouvements articulaires qui ont lieu dans le tarse, sous l'influence du triceps

sural, savoir : un premier temps pour le mouvement de l'articulation tibio-tarsienne, et un second temps pour celui de l'articulation calcanéo-astragalienne.

XLIV. Dans le premier temps, le calcanéum, en s'étendant, fait mouvoir l'astragale dans sa mortaise et entraîne puissamment, dans le mouvement d'extension qui en résulte, le cuboïde et les deux derniers métatarsiens, comme s'ils ne formaient qu'un seul os avec lui, parce qu'au moyen du ligament calcanéo-cuboïdien inférieur, il leur est uni très-solidement et de telle sorte que ces os peuvent se mouvoir de bas en haut seulement dans une étendue très-limitée (voy. 516).

Mais, comme il n'existe pas à la face plantaire de ligament qui, pendant l'extension de l'arrière-pied, empêche la partie interne de l'avant-pied de remonter, si une force agit sur elle en sens contraire de l'extension, le premier métatarsien, le premier cunéiforme et le scaphoïde cèdent à la plus légère résistance qui leur est opposée par le sol, malgré l'extension puissante exercée par le triceps sural sur les autres parties du pied (voy. 517).

XLV. L'impuissance presque absolue du triceps sural sur la partie interne de l'avant-pied a été méconnue par les anatomistes (voy. 518).

XLVI. Le second temps de ces mouvements articulaires du tarse commence, lorsque l'astragale est arrivé aux dernières limites de son mouvement d'extension. A ce moment, le diamètre antéro-postérieur des surfaces de l'articulation calcanéo-astragalienne étant oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant, la moindre traction exercée sur le tendon d'Achille fait glisser le calcanéum sur l'astragale. — Or ce glissement ne pouvant avoir lieu directement d'avant en

arrière, sous l'influence du triceps sural, parce que les ligaments qui unissent le calcanéum à l'astragale et au scaphoïde s'y opposent, le calcanéum se meut sur l'astragale seulement suivant la direction oblique d'arrière en avant et de dedans en dehors des facettes de l'articulation calcanéo-astragalienne. Ce glissement du calcanéum sur l'astragale produit un double mouvement de rotation du pied sur son grand axe et sur l'axe de la jambe. C'est de ce double mouvement du calcanéum que résultent l'adduction du pied et le renversement en dehors de sa face dorsale (voy. 522).

XLVII. Delpech le premier a attribué au triceps sural le pouvoir de produire l'adduction du pied, en même temps que son extension; mais il en avait mal interprété le mécanisme (voy. 519 et 520).

C'est par l'expérimentation électro-physiologique et par l'observation clinique que l'action adductrice du triceps sural a été démontrée d'une manière incontestable.

**b. — Mouvements des articulations situées sur la partie interne de l'avant-pied et de l'articulation calcanéo-astragalienne, produits par le long péronier latéral.**

XLVIII. L'abaissement du bord interne du pied par le long péronier latéral est le résultat d'une série de petits mouvements articulaires, successifs; ainsi le premier métatarsien s'abaisse sur le premier cunéiforme, celui-ci sur le scaphoïde, et ce dernier sur l'astragale. La tête du premier métatarsien est alors abaissée, chez l'adulte dont le pied est bien conformé, d'environ un centimètre et demi par le premier mouvement articulaire, et d'un centimètre par le second; le dernier mouvement a moins d'étendue.

Au maximum d'action du long péronier latéral, la tête du

premier métatarsien se trouve placée sur un plan inférieur à celui de la tête du second métatarsien (voy. 524 et 525).

XLIX. Le mouvement de la partie interne de l'avant-pied se faisant alors obliquement en bas et en dehors, la tête du premier métatarsien exécute une sorte de mouvement d'opposition et va recouvrir un peu la tête du second métatarsien.

Enfin, au plus haut degré de contraction du long péronier latéral, les trois cunéiformes sont tassés les uns contre les autres, à leur face inférieure; ce qui imprime à l'avant-pied un mouvement de torsion qui se propage à tous les métatarsiens et diminue le diamètre transversal de l'avant-pied (voy. 527).

Comme corollaire de ces faits, on peut formuler la proposition suivante : le long péronier latéral forme la voûte plantaire; son défaut d'action doit produire le pied plat; son excès d'action est nécessairement suivi du pied creux.

L. Sabatier le premier avait écrit que ce muscle « porte le premier os du métatarse et avec lui tout le bord interne du pied en bas. » Bien que son opinion ait été partagée par Sömmerring, elle a été cependant contestée ou passée sous silence par les autres anatomistes qui lui ont succédé.

Le fait entrevu par Sabatier, surtout son importance et son utilité, avait donc besoin d'être démontré par mes recherches électro-physiologiques et cliniques, et d'être mieux étudié, plus complétement décrit (voy. 528).

LI. Les mouvements d'abduction du pied et d'élévation de sa partie externe, dus à l'action du long péronier latéral, sont la conséquence du glissement du calcanéum sur l'astragale, en sens inverse de celui qui a lieu sous l'influence du triceps sural.

Ce glissement est favorisé par les dispositions anatomiques des surfaces de l'articulation calcanéo-astragalienne ; mais il ne pourrait se faire, sans l'existence de la fosse triangulaire profonde qui termine en dehors le sillon interosseux creusé sur la face supérieure du calcanéum. En effet, pendant que l'astragale se meut sur le calcanéum, sous l'influence de la contraction du long péronier latéral, la moitié externe du bord antérieur de la facette articulaire postérieure de l'astragale s'enfonce dans cette fosse triangulaire, repoussant en avant la partie correspondante du ligament interosseux (voy. 529).

LII. Sabatier et Sömmerring attribuaient à un mouvement de l'articulation médio-tarsienne, de dedans en dehors, le mouvement d'abduction produit par le long péronier latéral ; M. Cruveilhier et les anatomistes modernes l'expliquaient par un mouvement de rotation du calcanéum sur l'astragale. Mes recherches donnent raison à ces derniers (voy. 530).

### B. — FLEXION DU PIED.

#### a. — Mouvements de l'articulation de la partie interne de l'avant-pied, de l'articulation médio-tarsienne, de l'articulation calcanéo-astragalienne et tibio-tarsienne, produits par le jambier antérieur.

LIII. Le jambier antérieur produit les trois mouvements suivants : élévation de la partie interne de l'avant-pied, adduction du pied avec rotation de l'arrière-pied en dedans, enfin flexion du pied sur la jambe.

LIV. L'élévation du bord interne de l'avant-pied par le jambier antérieur est due à une succession de petits mouvements articulaires, savoir : du premier métatarsien sur le premier cunéiforme, de celui-ci sur le scaphoïde, et de ce dernier sur l'astragale, mouvements qui ont lieu en sens inverse de

ceux qui sont propres à l'action du long péronier latéral (voy. 532).

LV. Les anatomistes, à l'exception de Sömmerring qui l'a sommairement indiquée, ont méconnu cette action du jambier antérieur sur le bord interne de l'avant-pied, en sens contraire du long péronier latéral (532).

LVI. L'adduction du pied par le jambier antérieur résulte du mouvement de rotation du calcanéum sur l'astragale en sens inverse de celui qui est produit par le long péronier latéral.

Mais on sait que ce mouvement de rotation du calcanéum sur son grand axe ne peut avoir lieu sans faire pivoter en même temps cet os sur l'axe de la jambe; c'est de ce double mouvement que résulte l'adduction du pied avec rotation en dehors de l'arrière-pied sur l'axe antéro-postérieur du pied, par le jambier antérieur (voy. 536).

LVII. Le jambier antérieur a seulement une tendance à mouvoir l'articulation médio-tarsienne de dehors en dedans; ce mouvement articulaire n'apparaît que dans certaines circonstances (voy. 534 et 535).

LVIII. La flexion du pied est faite puissamment dans l'articulation tibio-tarsienne par le jambier antérieur (voy. 537).

**b. — Mouvements des articulations calcanéo-astragalienne, tibio-tarsienne et médio-tarsienne, produits par l'extenseur commun des orteils.**

LIX. La flexion du pied par l'extenseur commun des orteils est le produit d'un double mouvement articulaire, qui a lieu simultanément dans les articulations tibio-astragalienne et calcanéo-astragalienne (voy. 540 et 541).

Chez l'adulte, le degré d'élévation de l'extrémité antérieure du pied, résultant du mouvement de l'articulation

calcanéo-astragalienne est, en moyenne, de 4 centimètres et demi, au bord externe de son extrémité, et d'un centimètre et demi à son bord interne; le calcanéum s'abaisse alors d'un demi-centimètre (voy. 542).

LX. Le mécanisme du mouvement calcanéo-astragalien, propre à l'action de l'extenseur commun des orteils est le même que celui qui a été décrit à l'occasion du long péronier latéral; cette articulation se meut néanmoins davantage, dans le premier cas que dans le second, de telle sorte que le mouvement de trochlée, oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant, qui est spécial à cette articulation et qui produit une légère élévation du pied en même temps que son abduction, est beaucoup plus prononcé sous l'influence de l'extenseur commun des orteils (voy. 543).

Ce muscle agit plus puissamment sur l'articulation calcanéo-astragalienne que sur l'articulation tibio-tarsienne, en raison de la situation (en dehors) de la gaîne dans laquelle il passe à travers le ligament annulaire du tarse (voy. 545); mais l'articulation calcanéo-astragalienne est-elle immobilisée, il fléchit avec plus de force l'articulation tibio-tarsienne (546).

Enfin, ses deux faisceaux externes agissent sur l'articulation calcanéo-astragalienne, exactement comme le péronier antérieur; ce qui contribue à prouver que ce dernier est une dépendance de l'extenseur commun des orteils (voy. 547).

LXI. L'extenseur commun des orteils meut l'avant-pied, dans son articulation médio-tarsienne, de bas en haut et de dedans en dehors. C'est une sorte de ligament dorsal actif de cette articulation.

LXII. Winslow et après lui la plupart des anatomistes enseignaient que l'extenseur commun des orteils concourait à

la flexion du pied sur la jambe, seulement dans les grands efforts. Mais aucun d'eux n'avait reconnu que ce muscle produit l'abduction du pied et son renversement en dehors, ni qu'il est nécessaire à la flexion du pied sur la jambe, comme fléchisseur abducteur, afin de produire sa flexion directe, en neutralisant l'action adductrice du jambier antérieur ou sa flexion abductrice (voy. 544).

### C. — MOUVEMENTS LATÉRAUX DU PIED.

#### a. — Mouvements des articulations médio-tarsienne, calcanéo-astragalienne, tibio-tarsienne et du cinquième métatarsien avec le cuboïde, produits par le court péronier latéral.

LXIII. Le court péronier latéral agit sur l'articulation médio-tarsienne, en faisant glisser directement de dedans en dehors, sur l'astragale et sur le calcanéum, le scaphoïde et le cuboïde qui entraînent l'avant-pied dans le même mouvement (voy. 549).

LXIV. Il agit sur l'articulation calcanéo-astragalienne de manière à renverser le pied en dehors et à faire pivoter celui-ci dans le même sens, sur l'axe de la jambe (voy. 550).

LXV. Il meut faiblement l'articulation tibio-tarsienne, en plaçant le pied entre la flexion et l'extension auxquelles il s'oppose.

Enfin il élève directement le cinquième métatarsien sur le cuboïde (voy. 551).

LXVI. Les auteurs ont professé des opinions contradictoires sur l'action de ce muscle ; la plupart ont confondu son action avec celle du long péronier latéral (552).

**b. — Mouvements des articulations médio-tarsienne et tibio-tarsienne, produits par le jambier postérieur.**

LXVII. Le jambier postérieur imprime au scaphoïde un mouvement oblique fortement en dedans et un peu en bas, et entraîne avec lui, dans la même direction, le cuboïde et tout l'avant-pied.

Dans ce mouvement d'adduction, le scaphoïde et le cuboïde laissent à nu le tiers externe environ de l'astragale et du calcanéum, et une petite portion de leur bord supérieur (voy. 553).

LXVIII. Le jambier postérieur imprime à l'avant-pied, dans l'articulation médio-tarsienne, un mouvement de dehors en dedans beaucoup plus étendu que celui qui est produit par le jambier antérieur (voy. 544). Il fait regarder la face plantaire du pied moins en dedans que le jambier antérieur (voy. 555).

LXIX. Ce muscle agit sur l'articulation tibio-tarsienne, comme le court péronier latéral (voy. 556).

Les auteurs avaient bien décrit l'action adductrice puissante exercée par le jambier postérieur sur l'articulation médio-tarsienne; mais les uns (Colombus et Sabatier) soutenaient que ce muscle ne produisait ni l'extension, ni la flexion du pied, les autres qu'il était à la fois extenseur et adducteur du pied.

Mes recherches ont fait triompher l'opinion de Colombus et de Sabatier (voy. 557).

D. — MOUVEMENTS DES ORTEILS.

LXX. Les anatomistes ont professé jusqu'à ce jour que l'extenseur commun des orteils, l'extenseur propre du gros

orteil et le pédieux étendent à la fois les trois phalanges, les deux dernières phalanges avant les premières. Il est ressorti au contraire de l'expérimentation électrique, et mieux encore de l'observation clinique que ces muscles agissent principalement et avec plus de force sur les premières phalanges (voy. 558).

Mes expériences cadavériques ont confirmé ces faits (voy 559).

LXXI. Le mécanisme de l'action spéciale de ces muscles sur les premières phalanges et la cause de leur faiblesse sur les dernières phalanges sont parfaitement expliqués par des brides fibreuses courtes et assez fortes qui fixent aux premières phalanges les tendons de l'extenseur commun des orteils et du pédieux (voy. 560, 5 fig. 94 et 3 fig. 95) et par des expansions fibreuses longues et plus minces qui, partant des bords du tendon de l'extenseur propre du gros orteil, vont se fixer à chaque côté de sa première phalange (voy. fig. 96 et fig. 97).

LXXII. Sabatier le premier a attribué aux tendons des interosseux et des lombricaux du pied les mêmes dispositions anatomiques qu'aux interosseux et qu'aux lombricaux de la main, dispositions anatomiques en vertu desquelles ces muscles sont, dit-il, fléchisseurs des premières phalanges et extenseurs des dernières.

Sömmerring et Boyer ont aussi enseigné cette même disposition anatomique, mais n'ont pas accordé à ces muscles une action sur l'extension des deux dernières phalanges (voy. 561).

LXXIII. L'abaissement des premières phalanges des orteils suffit pour produire l'extension des deux dernières phalanges. Des expériences cadavériques prouvent que cette ex-

tension des deux dernières phalanges est due alors à l'élongation de l'extenseur commun des orteils et du pédieux (voy. 562).

LXXIV. J'ai constaté, après M. Cruveilhier, que les lombricaux seuls se prolongent d'une manière évidente dans les bandelettes latérales. En tirant sur ces muscles, j'ai abaissé les premières phalanges et étendu les deux dernières.

Je n'ai pu produire cette même extension des deux dernières phalanges, lorsque j'ai tiré sur les interosseux; les premières phalanges ont été seulement fléchies et portées obliquement en dehors ou en dedans (voy. 563).

LXXV. La force d'extension, par les interosseux et les lombricaux, quoique faible, suffit aux usages de ces muscles, parce qu'elle est seulement destinée à faire appliquer la pulpe de l'extrémité des orteils contre le sol, pendant la station et la marche (voy. 564).

LXXVI. Les auteurs, ne considérant que l'attache du tendon de l'extenseur propre du gros orteil à la partie postérieure et supérieure de la seconde phalange, professent que ce muscle est extenseur puissant des deux phalanges du gros orteil (voy. 566).

Mes expériences cadavériques, confirmant les faits qui ressortent de mes expériences électro-physiologiques et de mes observations cliniques, démontrent que ce muscle n'agit puissamment que sur la première phalange, et que l'extension exercée par lui sur la deuxième phalange est trop faible pour vaincre la résistance de son antagoniste (le long fléchisseur du gros orteil) qui entraîne cette seconde phalange dans la flexion (voy. 567).

Voici une disposition anatomique dont l'utilité a été méconnue jusqu'ici, et qui explique cette action de l'extenseur

propre du gros orteil. Une expansion aponévrotique naît de chaque côté du tendon de l'extenseur propre du gros orteil, au niveau de la première phalange, et se fixant sur les côtés de celle-ci limite l'action de ce muscle à cette première phalange (568).

LXXVII. Il règne une grande divergence d'opinions, entre les anatomistes, sur les mouvements imprimés au gros orteil par les muscles ou faisceaux musculaires qui aboutissent à ses os sésamoïdes.

Selon les uns ils fléchissent puissamment le gros orteil et ne le meuvent latéralement que dans des circonstances accessoires; selon les autres au contraire ils ne le fléchissent qu'un peu, et sont plutôt destinés à rapprocher ou à éloigner le gros orteil des autres orteils (voy. 570).

L'expérimentation électro-physiologique est venue démontrer que le gros orteil est mû puissamment en bas et en dedans par son adducteur, en bas et en dehors par son abducteur, si chacun d'eux se contracte isolément, et qu'il est abaissé directement par leur contraction simultanée (voy. 500 et 501).

J'ai fait connaître les circonstances dans lesquelles ces muscles se contractent isolément ou simultanément (502, 503 et 504).

J'ai démontré enfin que ces muscles lorsqu'ils abaissent les premières phalanges du gros orteil, produisent l'extension de la deuxième phalange, en allongeant l'extenseur propre du gros orteil (voy. 499 et 571).

LXXVIII. Cette extension de la deuxième phalange du gros orteil est produite indirectement par les faisceaux musculaires qui se terminent aux os sésamoïdes du gros orteil. Il n'existe pas, pour la provoquer, comme à la main (voy. *e*,

fig. 60), d'expansion fibreuse envoyée par ces muscles au tendon de l'extenseur propre du gros orteil. Elle est due uniquement à l'élongation de ce dernier muscle, pendant l'abaissement de la première phalange par l'adducteur et par l'abducteur du gros orteil (voy. 571).

LXXIX. L'opinion des auteurs qui ont dit que ces muscles concourent à augmenter la voûte plantaire, est démentie par l'observation clinique (voy. 572).

LXXX. L'attache phalangienne de l'extenseur commun des orteils, muscle dont la coopération est nécessaire au mouvement de flexion directe du pied sur la jambe, est une cause de faiblesse pour l'exécution de ce mouvement et occasionne la déformation des orteils, dans certaines circonstances.

Peut-être eût-il mieux valu qu'ils se terminassent à l'extrémité antérieure des métatarsiens (voy. 574)?

---

# TROISIÈME PARTIE

**MOUVEMENTS DE LA RESPIRATION (DE LA CHARPENTE THORACO-ABDOMINALE) ET DE LA COLONNE VERTÉBRO-CRANIENNE.**

---

## CHAPITRE PREMIER.

### ACTION INDIVIDUELLE ET USAGES DES MUSCLES QUI PRÉSIDENT A LA RESPIRATION.

Dans deux premiers articles, j'exposerai l'étude électro-physiologique et la physiologie pathologique des muscles essentiellement inspirateurs (le diaphragme et les *intercostaux*), et dans un troisième, celle des muscles inspirateurs auxiliaires (les scalènes, les sterno-cléido-mastoïdiens, les grands dentelés, les trapèzes, etc., etc.). Les muscles expirateurs (principalement les muscles de l'abdomen) seront le sujet d'un quatrième article.

### ARTICLE PREMIER.

#### DIAPHRAGME.

Depuis les temps les plus reculés, le diaphragme est considéré comme le muscle essentiel de la respiration. Le même accord ne règne plus parmi les physiologistes, lorsqu'il

s'agit de déterminer exactement son action sur les côtes auxquelles il s'insère. Ainsi, le diaphragme resserre-t-il par sa contraction isolée la base de la poitrine, en tirant les côtes inférieures de dehors en dedans? Agrandit-il, au contraire, les diamètres transversal et antéro-postérieur de la partie inférieure de cette cavité, en portant les côtes diaphragmatiques en haut et en dehors? Existe-t-il des différences entre l'action physiologique et l'action propre de ce muscle, ou bien, en d'autres termes, agit-il sur le thorax de la même manière, lorsqu'il a conservé ou perdu ses rapports naturels avec les viscères abdominaux? Enfin, quel est le mécanisme de l'action du diaphragme sur les parois thoraciques?

Les expériences électro-physiologiques que j'ai faites sur l'homme et sur les animaux, ont jeté un nouveau jour sur ces questions physiologiques, si importantes et toujours controversées. Je les ai aussi soumises au contrôle de l'observation clinique. Les déductions qui en découlent, acquièrent un grand intérêt pratique, parce qu'elles font connaître le mécanisme de deux affections graves : la paralysie du diaphragme et la contracture de ce muscle. Avant mes recherches, la première avait été mal décrite; la seconde était inconnue.

### § I. — Coup d'œil historique.

576. Les anatomistes de l'antiquité ne reconnaissaient qu'un seul muscle respirateur; ils lui attribuaient en conséquence le pouvoir d'élever et de porter les côtes en dehors ou de favoriser ce mouvement.

Galien a été conduit cependant, par ses nombreuses et ingénieuses vivisections, à admettre l'existence d'autres muscles respirateurs que le diaphragme, qu'il a appelés respira-

teurs extraordinaires, et à restreindre l'action du diaphragme aux côtes inférieures, qui, selon ce prince des anatomistes, seraient portées par ce muscle en haut et en dehors (*sursum et leviter deorsum*) (1).

Ce n'est pas ici le lieu de rapporter les expériences curieuses au moyen desquelles Galien parvint à établir l'existence d'autres muscles respirateurs que le diaphragme et à déterminer la part qui revient à chacun d'eux dans l'acte de la respiration. Je me bornerai à rappeler l'expérience qui a trait aux fonctions respiratrices du diaphragme.

577. Pour obtenir la contraction isolée du diaphragme, Galien paralysait, chez un animal vivant, tous les autres muscles inspirateurs, en liant les nerfs intercostaux et ceux des dentelés, des pectoraux, etc., etc., ou en coupant ces derniers muscles (2). Certain, dès lors, qu'aucun autre muscle

(1) Voici le passage dans lequel Galien décrit cette action du diaphragme et que j'ai extrait de la traduction française des *Administrations anatomiques de C. Galien*, par Daleschamp : « Mais tout le mouvement » d'icelle (de la poitrine) est manifestement fait en l'inférieure partie, par » le diaphragme, qui se tendant et se lâchant alternativement, dilate et » serre l'extrémité d'icelle, qui lui est prochaine. Le diaphragme aussi, » par le moyen de l'écusson de l'estomac, tire contre bas le brichet : con» trement et en devant les côtes fausses tout doucement. » (Chap. XXII du livre VIII, p. 192.)

(2) Galien entre dans des détails minutieux et intéressants sur la manière de pratiquer ces opérations, qu'il dit avoir faites un grand nombre de fois, en présence de ses disciples (*Admin. anat.*, livre VIII, chap. III, IV, V, VI, VII et VIII). Voici, par exemple, les préceptes qu'il a établis pour la section ou la ligature des nerfs intercostaux ; ils montrent l'étendue de ses connaissances anatomiques.

« On va chercher, dit-il, le nerf intercostal sur les parties latérales de la colonne vertébrale ; quand on l'a découvert on passe sous lui un petit crochet comme celui qui sert à l'opération des varices ; ce crochet ne doit pas être trop mousse pour pénétrer facilement sous le nerf, ni trop pointu pour ne pas blesser les parties environnantes. Après avoir attiré légèrement le nerf, on remplace le crochet par le *diapurène* ordinaire qui le

que le diaphragme ne pouvait se contracter pendant l'inspiration, il constatait les mouvements d'expansion des parois thoraciques, qui étaient limités, ainsi que je l'ai dit, à la partie inférieure du thorax.

Cette belle expérience de Galien paraît avoir été oubliée ou méconnue par la plupart des physiologistes, car ils n'en ont pas fait mention. Ils ont remis en question, on le verra bientôt, un phénomène qui paraissait si bien établi par elle, c'est-à-dire l'agrandissement de la base du thorax, sous l'influence de la contraction isolée du diaphragme.

578. Au XVI<sup>e</sup> siècle, l'opinion de Galien sur l'action du diaphragme, comme muscle inspirateur, régnait encore dans la science, puisque Vésale, qui ne laissait échapper aucune occasion d'attaquer l'autorité de ce maître, jusqu'alors respectée, admettait le fait physiologique découvert par ce grand anatomiste. En effet, Vésale écrit « qu'il (le *septum transversum*) écarte les côtes inférieures, les sixième et septième côtes thoraciques aux cartilages desquelles il s'insère également, et que c'est à cause de cela qu'il dilate et augmente la capacité du thorax. » (Liv. II, chap. XXXV.)

579. Mais voulant expliquer le mécanisme de ce mouvement des côtes, il ajoute que le diaphragme, en se contractant pendant l'inspiration, *remonte dans la cavité thoracique*,

maintient au niveau des bords de la plaie ; alors on passe une aiguille avec un fil de lin, et on serre le nœud le plus près possible de la moelle. Quand on répète ces expériences en public, on ne fait pas le nœud d'avance, mais on a un certain nombre d'aides, qui, à un signal donné, étreignent d'un seul coup tous les nerfs ; l'animal qui criait devient muet instantanément, puis crie de nouveau quand on cesse la constriction, et les spectateurs sont émerveillés de ces changements subits. » (Traduit par M. Ch. Daremberg, dans sa thèse inaugurale intitulée : *Exposition des connaissances de Galien sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie*, 1841, p. 84.)

et entraîne conséquemment en dehors et en haut les côtes auxquelles il s'insère.

Qu'on ne croie pas que ce soit par inadvertance ou par défaut d'observation, qu'un anatomiste aussi éminent que Vésale ait professé de telles erreurs sur les mouvements propres du diaphragme, car il dit dans le même chapitre qu'il s'est livré à de nombreuses vivisections, dans le but de démontrer la réalité de ces phénomènes. « Je n'ignore pas, dit-il, que quelques grands anatomistes de ce siècle, assistant à mes expériences, prétendent que le mouvement propre du diaphragme se fait vers le bas, il m'a fallu leur prouver le contraire. » Pour ne laisser aucun doute sur sa conviction à cet égard, il ajoute un peu plus loin : « Le mouvement d'élévation et de dilatation du diaphragme, pendant que le thorax s'agrandit et s'augmente, est si évident dans les vivisections, que ce muscle entraîne dans la cavité du thorax, et soulève après lui le foie et l'estomac (1). »

Il ressort de ce qui précède, que, bien que Vésale ait reconnu, de même que Galien, le mouvement d'expansion des côtes inférieures produit par la contraction du diaphragme, cet anatomiste s'est complétement mépris sur le mécanisme de ce mouvement, puisqu'il prétendait que ce muscle s'élève pendant sa contraction.

580. Malgré l'autorité de son nom, Vésale ne parvint pas cependant à faire triompher ses idées sur les fonctions du diaphragme. En effet, Columbus, l'un de ses disciples les plus célèbres, professa, contrairement à l'opinion de son maître, que le diaphragme s'abaisse pendant l'inspiration, mais qu'alors ce muscle est dans le relâchement ; de telle sorte

(1) *Loc. cit.*

qu'en s'élevant sous l'influence de sa contraction, il tire les côtes inférieures en dedans, et qu'en s'abaissant il leur permet, grâce à son relâchement, de se porter en dehors pendant l'inspiration (1).

On trouve les mêmes opinions contradictoires, les mêmes erreurs sur l'action propre du diaphragme dans les auteurs de cette époque et du siècle suivant. Il est vrai que Jean Riolan a écrit que le diaphragme *se contracte et s'abaisse pendant l'inspiration*, et resserre en même temps la base de la poitrine; mais ce n'est qu'une assertion sans preuves, qui n'a pas le mérite de s'appuyer sur l'expérimentation, de même que chez les anatomistes précédents.

581. Il faut arriver à Borelli, moins anatomiste que mécanicien, pour trouver la démonstration réelle du mouvement propre du diaphragme et de l'agrandissement du diamètre vertical de la poitrine par la contraction de ce muscle pendant l'inspiration. Mais après avoir prouvé, qu'en raison de sa structure et de ses points d'attache, le diaphragme doit nécessairement resserrer la base du thorax, Borelli *nie absolument que la respiration par ce muscle puisse se faire sans le concours des intercostaux* (2).

(1) Colombus, *De re anatomica*, liv. V, chap. XX, p. 257, édition de Francfort. 1593, in-8°.

(2) « Attamen nego, *spontaneam inspirationem* fieri absque auxilio et *actione musculorum interostallum*, nam in nobis ipsis et in dormientibus, *oculis et digitis* observamus *costas* dilitari et *sternum* elevari versus *jugulum*. Talis autem *motus thoracis a contractione fibrarum diaphragmatis*, fieri non potest, quiacum contrahuntur, permeter ejusdem *diaphragmatis* minutur et trahitur versus centrum; et proinde *costæ mendosæ*, appendices *verarum* et *sternum* trahuntur a *diaphragmate* deorsum : ergo tantum abest, ut elevationem *costarum* producant, quod eam impediant et stringant perimetrum *thoracis;* et ideo *inspiratio* fieri non potest. Igitur ad

Winslow (1), Haller (2), et après eux toute l'école physiologique moderne, ont professé la même doctrine, la même théorie que Borelli sur la respiration diaphragmatique (3).

582. Depuis plusieurs siècles, on le voit, les idées de Galien sur l'action élévatrice du diaphragme, sur les côtes auxquelles il s'insère, étaient abandonnées et même oubliées, lorsque, en 1833, Magendie vint annoncer qu'aux muscles élévateurs des côtes, il fallait encore ajouter un muscle auquel, disait-il, *on n'avait pas encore attribué cet usage* (4) : le diaphragme. Voici comment ce physiologiste explique le mécanisme de ce mouvement : « Quand le diaphragme se contracte, il refoule en bas les viscères ; mais, pour cela, le sternum et les côtes doivent présenter une résistance suffisante à l'effort qu'il fait pour les tirer en haut. Or, la résistance ne peut qu'être imparfaite, puisque toutes ces parties sont mobiles ; c'est pourquoi chaque fois que le diaphragme

quamlibet *inspirationem* efficiendam, necessario *diaphragma*, una cum *intercostalibus*, communi actione concurrere debent. » (Alphonsi Borelli *De motu animalium pars secunda*. Propositio LXXXIV.)

(1) *Sur les mouvements de la respiration;* mémoire lu à l'Académie des sciences, en 1753.

(2) *Élem. physiol.*, tome III, livre VIII, p. 85. Haller dit en note, à la même page : « Habet etiam Vesalius et ipse Galenus. » — L'historique que je viens de faire, prouve que Haller prêtait aussi à Galien et à Vésale des idées absolument contraires à celles que ces anatomistes ont professées sur le diaphragme. La probité scientifique d'Haller est trop bien établie pour qu'on accuse ici sa bonne foi. Ces erreurs, trop fréquentes dans ses écrits, retombent sur ceux dont il se faisait aider, pour ses recherches, et qui interprétaient aussi infidèlement les auteurs.

(3) Sabatier et Boyer ont cependant fait intervenir les petits dentelés inférieurs et postérieurs comme élévateurs des côtes dans la respiration diaphragmatique, au lieu des intercostaux.

(4) Est-il besoin de faire remarquer que la découverte que Magendie s'attribuait, appartient à Galien dont il ignorait, sans aucun doute, les belles expériences rappelées précédemment (voy. 576, 577).

se contracte, il doit toujours élever plus ou moins le thorax. En général, l'étendue de l'élévation sera en raison directe de la résistance des viscères abdominaux et de la mobilité des côtes (1). » Malheureusement, il manquait à cette théorie la démonstration expérimentale, et il en résulta que ce physiologiste ne convertit personne aux idées de Galien et à sa théorie aussi neuve qu'ingénieuse. Les expériences que j'aurai bientôt à rapporter, permettront, j'espère, d'en juger toute la valeur.

583. Dix ans après (en 1843), MM. Beau et Maissiat, s'appuyant cette fois sur des vivisections, essayèrent aussi de réhabiliter, dans un travail remarquable (3), l'opinion de Galien sur l'action du diaphragme, comme élévateur des côtes.

Après avoir coupé, chez un chien, les grands dentelés, les pectoraux et les scalènes, ils pratiquèrent de chaque côté l'incision des six derniers espaces intercostaux, depuis le sternum jusqu'à la colonne vertébrale, de manière à séparer transversalement les parois thoraciques en deux portions (1); alors ils observèrent encore quelques inspirations dans la portion inférieure, malgré l'étendue de cette plaie, et malgré surtout l'affaissement des poumons qui eut lieu immédiatement. Après avoir ensuite extirpé rapidement le diaphragme, le segment inférieur resta immobile.

MM. Beau et Maissiat ont conclu de leurs expériences que

(1) *Précis de physiologie*, t. II, p. 380.

(2) *Recherches sur le mécanisme de la respiration* (*Arch. gén. de méd.*, 4e série, t. I, p. 224).

(3) La ligature des six derniers nerfs intercostaux, à la manière de Galien (voyez la note 2 de la page 613), eût été bien préférable à une pareille mutilation.

le diaphragme, par son action propre, élève les côtes diaphragmatiques en haut, et les porte en dehors. Mais ils n'ont pas admis la nécessité du point d'appui sur les viscères abdominaux, imaginé par Magendie dans le but d'expliquer le mécanisme de cette action du diaphragme sur les côtes inférieures, croyant que la résistance offerte à ce muscle par le péricarde, — qu'ils ont nommé le tendon creux du diaphragme, — était suffisante pour produire ces phénomènes.

584. Les expériences de MM. Beau et Maissiat, répétées par M. Debrou, ont donné des résultats tout à fait contraires; aussi cet observateur s'est-il hâté de protester contre les conclusions de MM. Beau et Maissiat (1).

De tout ce qui précède il résulte que le plus grand doute doit régner encore dans la science sur l'action réelle du diaphragme, comme dilatateur de la base du thorax, et sur le mécanisme de cette action.

585. Espérant trouver la solution de ce problème scientifique, solution nécessaire à l'explication de phénomènes morbides non encore décrits que j'ai eu à exposer (2), je me suis livré à une série d'expériences électro-physiologiques sur l'homme et sur les animaux vivants ou morts, mais dont l'irritabilité n'est pas encore éteinte.

Ces expériences, qui me paraissent décisives, et que je vais rapporter, me dispenseront de discuter les opinions contraires dont je viens de faire l'exposé historique.

(1) *Note sur l'action des muscles intercostaux*, par M. T. Debrou (*Gazette médicale*, année 1843, p. 344).

(2) *De l'électrisation localisée*, paralysie du diaphragme, 1re édit., p. 450 ; 2e édit., p. 718, et contracture du diaphragme, 1re édit., p. 487, et 2e édit., p. 905.

### § II. — Électro-physiologie.

Je me propose de démontrer quels sont : 1° les mouvements imprimés aux côtes par le diaphragme, alors que ce muscle a conservé ses rapports naturels avec les viscères abdominaux ; 2° les mouvements imprimés aux côtes par le diaphragme, lorsque ses rapports naturels de contiguïté avec les viscères abdominaux n'existent plus ; 3° enfin, le mécanisme des mouvements des côtes, dans l'un et l'autre cas.

#### A. — MOUVEMENTS IMPRIMÉS AUX CÔTES PAR LE DIAPHRAGME, DANS SES RAPPORTS NATURELS AVEC LES VISCÈRES ABDOMINAUX.

##### a. — Expériences sur l'homme vivant.

586. C'est l'observation clinique qui m'a offert la première occasion de provoquer la contraction isolée du diaphragme, au moyen de l'électrisation localisée, chez l'homme vivant.

Afin d'obtenir cette contraction isolée du diaphragme, je dirigeai le courant de mon appareil d'induction sur le nerf phrénique, en plaçant mes rhéophores sur le point où ce nerf croise le scalène antérieur avant de pénétrer dans la poitrine. (J'ai décrit ailleurs, avec quelques détails, le procédé opératoire qu'il convient d'employer, si l'on veut localiser l'excitation électrique dans le diaphragme) (1). Voici, en résumé, la série de phénomènes électro-physiologiques observés pendant cette expérience :

A l'instant où je fis arriver le courant d'induction sur le nerf phrénique, *les côtes diaphragmatiques du côté excité s'élevèrent en se portant en dehors*. Ces côtes firent un relief d'autant plus apparent, que la peau s'enfonçait davantage

(1) *Électrisation localisée*, 2e édit., p. 740.

dans les espaces intercostaux qui étaient évidemment déprimés; ce qui porte à croire que les muscles intercostaux de ces espaces n'étaient pas alors en contraction. (Je me réserve de démontrer bientôt l'action de ces intercostaux.)

Cette expérience répétée sur le nerf phrénique du côté opposé, donna les mêmes résultats. Enfin, *l'électrisation simultanée des deux phréniques produisit la même expansion des deux côtés à la fois et un soulèvement de la région épigastrique.*

Pendant que le diamètre transversal de la base du thorax était agrandi, *son diamètre antéro-postérieur augmentait également, mais d'une manière à peine appréciable.*

Au moment où le mouvement d'expansion de la base du thorax fut ainsi produit artificiellement, l'air pénétra avec force dans les voies aériennes, malgré la volonté du malade à qui j'avais recommandé de suspendre sa respiration. Le bruit que faisait l'air en passant dans le larynx et la trachée, ressemblait à un long soupir. Voulant savoir si, dans ce cas, la dilatation des poumons par l'air est nécessaire au mouvement d'expansion des côtes inférieures, qui se produit pendant l'excitation du nerf phrénique, j'empêchai l'air d'arriver dans les voies aériennes, après l'avoir fait expirer, en maintenant fermées la bouche et les narines du malade. Alors je vis le développement de la moitié inférieure de la poitrine, et le soulèvement des hypochondres se faire aussi bien que si l'air pénétrait dans les poumons. Mais le malade ressentit alors une très-vive douleur, au niveau de la base du thorax et du côté excité (1).

(1) La douleur accusée par le malade est peut-être occasionnée par la séparation des feuillets de la plèvre toujours accolés, même pendant les mouvements respiratoires.

J'ai répété ces expériences un grand nombre de fois, sur ce sujet et sur d'autres, en présence de nombreux témoins dont plusieurs faisaient autorité dans la science (1), afin de ne pas me laisser entraîner par mes propres illusions; et toujours j'ai observé les phénomènes que je viens d'exposer.

J'ai passé sous silence d'autres détails intéressants, parce qu'ils ont moins trait à la question qui fait l'objet de ce mémoire. Cependant, je dois dire que la phonation était impossible, pendant la contraction artificielle du diaphragme, et que l'excitation de ce muscle, produite par un courant à intermittences rapides, ne peut être prolongée d'une manière continue, même pendant un temps assez court, sans causer une suffocation immédiate.

L'excitation du nerf phrénique ne pouvant provoquer que la contraction du diaphragme, il est donc rationnel de rapporter à l'action de ce muscle tous les phénomènes observés dans les expériences précédentes.

**b. — Expériences sur le cadavre humain dont l'irritabilité n'était pas éteinte.**

Mais pourrait-on affirmer que la contraction artificielle du diaphragme, obtenue par l'intermédiaire du nerf phrénique, ne provoque pas, chez l'homme vivant, la contraction synergique d'autres muscles inspirateurs? L'expérience m'a appris que l'on est sûr d'isoler par l'électrisation localisée la contraction musculaire; je suis certain, pour mon compte, que, dans toutes les expériences précédentes, le diaphragme entrait seul en contraction. Néanmoins j'en vais fournir la

(1) Ces expériences ont été répétées aussi dans le grand amphithéâtre de la Faculté de médecine, pendant une des leçons du professeur Ph. Bérard.

preuve, en répétant ces mêmes expériences sur le cadavre humain encore irritable.

587. J'ai dirigé un courant d'induction très-intense et à intermittences rapides dans le nerf phrénique de sujets qui étaient morts depuis quelques minutes à l'hôpital de la Charité, en agissant alternativement sur les nerfs phréniques droit et gauche, ou sur ces deux nerfs à la fois; j'ai observé alors exactement les phénomènes décrits précédemment, c'est-à-dire que les côtes diaphragmatiques se sont portées en haut et en dehors, qu'en outre les hypochondres et l'épigastre se sont soulevés, pendant que le cadavre faisait une inspiration assez distincte.

Cette expérience dissipe tous les doutes qui pouvaient encore exister dans certains esprits sur la réalité de la contraction isolée du diaphragme, qui, dans les expériences précédentes, a été provoquée, chez l'homme vivant, par l'électrisation localisée du nerf phrénique.

588. Je ferai remarquer la grande analogie qui existe entre cette expérience pratiquée sur le cadavre humain et la belle expérience de Galien que j'ai rappelée dans les considérations historiques (voy. 577). On a vu en effet que, chez l'animal vivant, ce prince des anatomistes et des physiologistes de l'antiquité laissait arriver la force nerveuse à un seul muscle inspirateur, le diaphragme, et paralysait les autres inspirateurs, en liant ou en coupant leurs nerfs; au contraire, dans mon expérience faite sur le cadavre humain, je substitue la puissance électrique à l'influx nerveux et je la dirige sur son diaphragme que j'anime momentanément.

Ces deux expériences se contrôlent donc mutuellement et démontrent, — ce qui pour moi était d'ailleurs bien établi depuis dix-huit siècles, quoique nié par la plupart des phy-

siologistes, — que chez l'homme, à l'état normal, la contraction isolée du diaphragme produit un mouvement d'élévation et d'expansion des côtes auxquelles il s'insère.

**c. — Expériences sur les animaux vivants et morts dont le nerf phrénique a été dénudé.**

Pour que la démonstration scientifique de la précédente proposition fût complète, il faudrait, ainsi que l'a très-judicieusement remarqué Ph. Bérard (1), que l'excitation électrique fût appliquée directement sur le nerf phrénique dénudé. Mais une telle expérience est impraticable chez l'homme; c'est ce qui m'a décidé à faire sur les animaux une série d'expériences que je vais exposer rapidement (2).

589. *Excitation du nerf phrénique dénudé chez un fort chien vivant.* — L'animal étant maintenu et couché sur le dos, le nerf phrénique fut mis à nu par M. Leblanc, avec une perte de sang très-légère; alors je plaçai sur chaque nerf phrénique, les rhéophores de mon appareil d'induction à un courant très-intense (au maximum) et à intermittences rapides. La voix de l'animal, qui jusqu'alors avait poussé de longs hurlements, s'éteignit tout à coup, et *les côtes de la moitié inférieure du thorax s'élevèrent en se portant en dehors. L'agrandissement de cette base de la poitrine augmenta alors dans des proportions considérables ; son diamètre transversal nous parut à peu près une fois plus grand.*

(1) Bérard, *Cours de physiologie fait à l'École de médecine*, 19e livraison.

(2) Depuis plusieurs années j'attendais, pour faire ces expériences, une occasion favorable. M. Leblanc, membre de l'Académie de médecine, toujours prêt à aider aux recherches scientifiques, m'a accordé généreusement son concours et son habitude des vivisections. C'est ce qui m'a permis de terminer mes recherches sur le diaphragme.

Pendant tout le temps que le courant passa dans les nerfs phréniques, les muscles de l'abdomen se contractèrent violemment d'une manière continue, et les hypochondres se soulevèrent modérément. Les muscles inspirateurs auxiliaires (les scalènes, les sterno-cléido-mastoïdiens, les petits pectoraux, les dentelés, les portions claviculaires des trapèzes et aussi les intercostaux de la moitié supérieure de la poitrine, se contractaient avec une force extrême, se relâchaient brusquement; ils produisaient ainsi les mouvements alternatifs de la respiration (l'inspiration et l'expiration), dans la moitié supérieure de la poitrine, mouvements devenus impossibles dans sa moitié inférieure. *Bien que la poitrine se dilatât d'une manière évidente, dans cette moitié supérieure, par cet effort suprême de l'animal, la respiratian se ralentit et s'affaiblit progressivement, et les signes de l'asphyxie apparurent en moins d'une minute.* Ainsi, les lèvres étaient bleuâtres, l'animal laissait pendre hors de sa gueule largement ouverte sa langue également violacée, ses yeux étaient saillants, etc. L'asphyxie paraissait très-avancée, en moins de trois minutes, de cette contraction continue et artificielle du diaphragme. Comme je destinais cet animal à d'autres expériences, je suspendis le courant, et ce ne fut qu'assez longtemps après que l'animal put respirer et faire des mouvements.

L'excitation électrique d'un seul nerf phrénique, pratiquée avec le même courant et de la même manière, ne put produire l'asphyxie; les côtes inférieures étaient, il est vrai, écartées du côté excité; mais la respiration, qui exigeait de plus grands efforts, et qui évidemment s'exécutait librement du côté opposé, paraissait suffisante à l'hématose.

Les expériences précédentes, répétées sur un cheval vi-

vant, produisirent des phénomènes analogues, quant à l'expansion des côtes diaphragmatiques. Mais comme il est difficile d'atteindre le phrénique sur le cheval, sans couper le muscle trachélo-huméral — ce que nous avions négligé de faire, — l'excitation ne fut pas limitée exactement dans les deux phréniques à la fois, et l'asphyxie complète ne fut pas obtenue.

590. *Électrisation du nerf phrénique chez l'animal mort dont l'irritabilité n'est pas éteinte.* — Un courant d'induction intense et rapide fut dirigé sur les deux phréniques dénudés du chien sur lequel l'expérience décrite plus haut avait été faite et qu'on venait d'assommer; alors on vit l'expansion des côtes diaphragmatiques se produire de la même manière que lorsque l'animal était vivant; *mais ce mouvement était beaucoup plus limité*, *tandis que les parois abdominales se soulevaient davantage.* Pendant cet agrandissement de la poitrine, l'air pénétra dans les voies aériennes avec force, et avec un bruit semblable à une grande inspiration.

J'ai répété cette expérience sur plusieurs chevaux que M. Leblanc avait eu l'obligeance de faire abattre pour mes recherches, et sur lesquels il dénuda lui-même les nerfs phréniques.

La peau de ces animaux fut ensuite enlevée rapidement, de telle sorte que nous pûmes voir et toucher tous les muscles inspirateurs, pendant ces mêmes expériences.

Deux gros nerfs croisaient obliquement le scalène antérieur; je les touchai alternativement avec les rhéophores, et je vis que celui qui était placé en dehors provoquait seulement la contraction de quelques muscles de l'épaule, et que le nerf le plus interne, indiqué par M. Leblanc comme étant le nerf phrénique, agissait uniquement sur la base du thorax et

développait les phénomènes qui seront bientôt exposés, *qu'il fût ou non en rapport avec la moelle* (je mentionne ces détails afin de prévenir certaines objections qui pourraient m'être faites). Ce nerf était donc bien le nerf phrénique ; ce dont nous nous sommes assurés d'ailleurs, en examinant son origine et son passage dans la poitrine.

Eh bien, voici ce que j'observai alors. Dès que j'excitai les deux phréniques à la fois, l'animal, mort depuis quelques minutes, fit une inspiration bruyante, ses côtes diaphragmatiques s'élevèrent de chaque côté en se portant en dehors, et les parois abdominales se soulevèrent.

Cet état de dilatation de la poitrine et de l'abdomen persista aussi longtemps que le courant rapide et intense de mon appareil continua de passer dans les nerfs phréniques. Si l'excitation était dirigée sur un seul nerf, les côtes inférieures et l'abdomen étaient mis en mouvement seulement du côté excité. Pendant cette expansion artificielle de la base du thorax, on put constater par le toucher que les intercostaux dénudés étaient dans un complet relâchement, et alors, si je plaçais sur ces mêmes intercostaux les rhéophores d'un autre appareil, on les sentait se gonfler et se durcir.

En résumé, dans toutes ces expériences faites sur les animaux morts ou vivants, et dont les parois abdominales avaient été conservées intactes, l'électrisation localisée dans les nerfs phréniques dénudés a produit l'élévation des côtes diaphragmatiques, et leurs mouvements en haut et en dehors.

591. Je dois dire cependant que, dans certains cas exceptionnels, le mouvement excentrique des côtes se propage aux côtes supérieures. C'est, en effet, ce que j'ai constaté sur un des cinq chevaux qui ont été sacrifiés pour mes expériences. L'animal était couché sur le côté opposé à celui dont le nerf

phrénique était excité, et chaque fois que le courant faisait contracter son diaphragme, la paroi thoracique du côté excité s'élevait en s'écartant, dans toute son étendue. Mais ce mouvement était beaucoup plus prononcé dans les côtes diaphragmatiques. On se rappelle que sur les autres chevaux, de même que sur le chien, l'expansion de la poitrine a été parfaitement limitée aux dernières côtes. A quoi faut-il attribuer cette différence d'action du diaphragme dans l'un et l'autre cas ? Ne se pourrait-il pas que les cartilages des fausses côtes du premier cheval étant moins flexibles que chez les autres chevaux, le mouvement de la moitié inférieure de la poitrine eût été communiqué à la moitié supérieure? Ou bien ce phénomène doit-il être attribué à ce que l'animal était couché sur le côté, pendant l'expérience, tandis que les autres avaient été maintenus couchés sur le dos?

Quelle que soit la valeur de ces hypothèses, cette expérience n'en établit pas moins que, dans certains cas, le mouvement des côtes inférieures, sous l'influence de la contraction du diaphragme, peut être communiqué aux côtes supérieures.

Il ne peut exister aucun doute sur la réalité de la contraction du diaphragme, dans toutes les expériences précédentes, puisque l'on m'a vu constater, par le toucher, que les autres muscles inspirateurs (les intercostaux, les dentelés, etc.) étaient dans le relâchement.

592. Je ne pourrais préciser exactement le degré d'expansion imprimée aux côtes inférieures par le diaphragme à son maximum de contraction. Je puis affirmer qu'alors cette expansion est assez considérable. Ainsi, j'ai vu que chez les chevaux morts, le thorax s'est écarté, de chaque côté, de 4 à 5 centimètres environ; que sur le chien mort, son diamètre transversal s'est agrandi d'un tiers; et enfin que, sur

l'animal vivant, l'écartement des côtes inférieures était encore plus grand. — Je ferai connaître la cause de cette différence des mouvements de la poitrine entre l'animal vivant et l'animal mort, quand les expériences qui seront bientôt exposées, m'auront permis d'en expliquer le mécanisme.

Dans toutes ces expériences, le diamètre antéro-postérieur du thorax s'est également agrandi, mais dans de très-faibles proportions. Il fallait même y prêter une grande attention pour observer ce phénomène.

L'influence exercée par la contraction continue du diaphragme sur la respiration et la phonation, est très-curieuse et importante à étudier. J'en ai tiré des déductions applicables à une étude pathologique, la *contracture du diaphragme*, sur laquelle je reviendrai dans le paragraphe suivant.

B. — MOUVEMENTS IMPRIMÉS AUX CÔTES PAR LE DIAPHRAGME, LORSQU'IL N'EST PLUS DANS SES RAPPORTS DE CONTIGUITÉ AVEC LES VISCÈRES ABDOMINAUX.

593. Les animaux que l'on venait d'abattre, et sur lesquels ont été faites les expériences que je viens de relater, ont été éventrés et leurs viscères abaissés; j'ai ensuite dirigé de nouveau, sur leurs nerfs phréniques dénudés, un courant intense et à intermittences rapides. *A l'instant où le diaphragme s'est contracté, les côtes auxquelles il s'insère ont été attirées en dedans, au lieu de se porter en dehors comme dans les expériences précédentes.*

Ce mouvement concentrique des côtes diaphragmatiques est beaucoup moins étendu que le mouvement excentrique qu'on leur voit faire, lorsque les parois abdominales sont intactes. Ainsi, chez le cheval mort et éventré, l'excitation

du diaphragme resserre la base du thorax, à peu près de 2 centimètres de chaque côté, tandis que si le diaphragme a conservé ses rapports naturels avec les viscères abdominaux, la même excitation écarte les côtes de chaque côté, de 4 à 5 centimètres environ.

Aussi longtemps que le courant passe dans les nerfs phréniques, la base de la poitrine est maintenue resserrée ; mais dès que le courant est suspendu, les côtes inférieures s'écartent en vertu de leur élasticité, et reprennent la position qu'elles occupent, pendant l'absence d'action musculaire.

594. Le diaphragme, lorsqu'il a perdu ses rapports normaux de contiguïté avec les viscères abdominaux, est donc, en vertu de son action propre, expirateur, quant aux mouvements qu'il imprime aux côtes inférieures, mais il n'en agrandit pas moins alors le diamètre vertical de la poitrine, en abaissant le centre phrénique et le diaphragme.

Voici les changements que j'ai observés dans le plan du diaphragme, chez le cheval mort et éventré, pendant l'abaissement artificiel de ce muscle. Au moment où les rhéophores étaient appliqués sur ses deux phréniques, les fibres musculaires qui aboutissent au centre phrénique, et qui étaient courbes pendant le relâchement, devenaient rectilignes et imprimaient leur direction oblique de dehors en dedans et de bas en haut à la partie la plus externe du centre phrénique ; tandis que la partie du centre phrénique qui est liée au péricarde, s'abaissait en conservant son plan horizontal.

595. Mais cet abaissement du centre phrénique et du diaphragme s'arrête bientôt, et quelque intense que soit le courant, on ne peut faire descendre ce muscle au niveau de ses attaches costales et sternales. Il en résulte qu'à son maximum de contraction, le diaphragme prend à peu près la forme d'un

cône tronqué, dont la base répond à la partie inférieure de la poitrine.

On voit qu'il y a loin de là à la forme convexe du côté de l'abdomen, que prendrait le diaphragme, pendant ses plus grandes contractions, d'après certains expérimentateurs, entre autres d'après Haller. J'ai varié vainement mes expériences, dans le but de produire cette convexité du diaphragme ; ainsi, j'ai excité alternativement les côtés de ce muscle, soit en plaçant les rhéophores directement sur ses fibres musculaires, soit en localisant le courant dans chacun des nerfs phréniques, jamais je n'ai pu l'obtenir. Que ces dernières se contractent toutes ensemble, ou partiellement, on les voit toujours devenir rectilignes de courbes qu'elles étaient, et conserver une direction oblique de bas en haut et de dehors en dedans.

596. Ce n'est pas que la contraction du diaphragme soit trop faible pour produire le plus grand abaissement de ce muscle, lorsque l'abdomen est ouvert ; car M. Leblanc et moi n'avons pas pu en empêcher la descente, en appliquant le poing contre le centre de ce muscle, pendant qu'il se contractait énergiquement, sous l'influence du courant d'induction. Il nous a fallu employer toute notre force afin d'en diminuer un peu l'abaissement.

On n'a pas oublié que l'animal mort, dont le diaphragme a conservé tous ses rapports naturels, inspire bruyamment, lorsque l'on provoque la contraction de ce muscle. Eh bien ! ce fait n'a plus lieu, si les viscères abdominaux sont abaissés après l'éventration. C'est ce qui prouve que, dans ce dernier cas, l'air passe en moindre quantité et avec moins de force dans les voies respiratoires. On se rend parfaitement compte de ces phénomènes différents, si l'on se rappelle que, dans la

première expérience, la capacité de la moitié inférieure du thorax s'agrandissait en tous sens; tandis que dans la seconde elle a diminué dans le sens du diamètre transversal.

### C. — MÉCANISME DES MOUVEMENTS DE LA PARTIE INFÉRIEURE DE LA POITRINE, PENDANT LA CONTRACTION DU DIAPHRAGME.

597. Comment expliquer que, pendant des siècles, les anatomistes les plus illustres aient pu méconnaître le mouvement d'abaissement du diaphragme, produit par sa contraction ? Ce fait est cependant des plus évidents et n'est aujourd'hui contesté par personne. Il faut que, dans les vivisections qu'ils pratiquaient journellement, ces anatomistes aient été trompés par les apparences. On sait, en effet, qu'à cette époque, l'anatomie vivante (ces vivisections) formait la partie essentielle, dans l'étude de l'anatomie, et que l'on s'y préparait par des dissections faites sur le cadavre (l'*anatomie morte*).

Ainsi Vésale, qui, à mon sens, ne peut pas avoir négligé de répéter cette curieuse expérience de Galien, dans laquelle ce prince des anatomistes et des physiologistes paralysait tous les inspirateurs à l'exception du diaphragme (voy. 575), Vésale, dis-je, a dû voir, de même que dans mes expériences électro-physiologiques, la poitrine se resserrer au moment de l'abaissement du diaphragme, lorsque les viscères abdominaux de l'animal éventré n'étaient plus en rapport avec ce muscle. Or, comme il avait sans doute observé que, dans cette même expérience, la poitrine exécutait un mouvement contraire à celui qu'elle fait pendant l'inspiration, alors que les parois abdominales du même animal sont dans leur état normal, ne semblait-il pas autorisé à en conclure que le diaphragme s'élève pendant l'inspiration, et que cette

élévation est le résultat de la contraction de ce muscle? Une erreur aussi étrange, partagée par tant d'autres anatomistes non moins célèbres, ne peut s'expliquer que de cette manière.

Mais si ces expérimentateurs avaient pu, comme on me l'a vu faire, maintenir, pendant plusieurs minutes, le diaphragme en contraction continue, en dirigéant sur lui un courant faradique à intermittences rapides, — agent analogue à la force nerveuse, — une telle erreur n'eût pas été possible de leur part ; et alors ils auraient recherché la cause des mouvements contraires, imprimés aux côtes par le diaphragme, suivant que ce muscle a conservé ou perdu ses rapports naturels avec les viscères abdominaux ; ils auraient, enfin, essayé d'expliquer le mécanisme de ces divers mouvements.

C'est le problème que je vais m'efforcer de résoudre.

598. MM. Beau et Maissiat ont écrit, dans un travail remarquable, que le péricarde s'oppose assez énergiquement à l'abaissement du diaphragme pour lui offrir un point fixe, à l'aide duquel ce muscle élève les côtes auxquelles il s'insère, et les porte en dehors (1). Ces observateurs ont dû reconnaître l'évidence des faits que je viens d'exposer et qui établissent qu'ils se sont trompés, dans l'interprétation des phénomènes observés par eux, pendant leurs vivisections. Mes expériences sont tellement concluantes, qu'elles me dispensent d'entrer en discussion sur ce point avec ces habiles observateurs. Il me suffit de rappeler que, chez tous les animaux morts et encore irritables, dont j'ai excité les nerfs phréniques, alors que leurs viscères abdominaux étaient abaissés, le péricarde était intact, et que cependant ce tendon

(1) *Recherches sur le mécanisme de la respiration* (*Arch. génér. de méd.*, 4e série, t. II, 3e art.).

creux du diaphragme, ainsi qu'ils l'ont appelé, n'a pas empêché ce muscle de resserrer la base de la poitrine.

Il est donc bien établi, par mes recherches, qu'en vertu de son action propre, malgré la résistance que le péricarde peut opposer à son abaissement, le diaphragme porte en dedans les côtes auquelles il s'insère, c'est-à-dire qu'il fait le contraire de la fonction physiologique qu'il est appelé à remplir, lorsque, se trouvant dans ses rapports naturels avec les viscères abdominaux, il entre en contraction.

599. Dans ce mouvement des côtes en sens contraire, que le diaphragme ait ou non conservé ses rapports avec les viscères abdominaux, n'y a-t-il qu'une question de point d'appui, comme le professait théoriquement Magendie? C'est afin d'étudier cette question de point d'appui, que j'ai essayé d'empêcher l'abaissement du diaphragme, chez des chevaux morts, en plaçant mon poing au centre de ce muscle, pendant que je le faisais contracter par l'excitation du nerf phrénique. Alors, ainsi que je l'ai dit (voy. 596), le diaphragme s'est abaissé, malgré toute la résistance que je pouvais lui opposer, et ce mouvement d'abaissement fut plus limité que lorsque le diaphragme était libre dans son action. Cette force de résistance que j'opposais à la descente du diaphragme, devait être égale, sinon supérieure à celle qui lui est offerte par les viscères abdominaux; cependant, lorsque M. Leblanc et moi nous employions toute notre force musculaire pour donner un point d'appui à ce muscle, les côtes qui lui servent d'attache inférieure ne se portèrent pas en dehors, comme lorsque ce muscle trouve un point fixe sur les viscères abdominaux; nous réussîmes seulement à empêcher les côtes inférieures à se porter en dedans.

Cette expérience démontre que plus le diaphragme est

maintenu dans l'élévation, pendant sa contraction, plus il a de tendance à élever les côtes diaphragmatiques et à les porter en dehors ; mais il établit aussi de la manière la plus évidente qu'il lui faut quelque chose de plus, pour que ce mouvement excentrique des côtes soit franchement et complétement produit.

600. Ce quelque chose est la plus grande surface du point d'appui offerte au diaphragme par les viscères abdominaux. Voici quel est alors le mécanisme de l'élévation des côtes, et, conséquemment, de leur écartement.

Il est nécessaire de rappeler ici les changements que l'on voit survenir dans le plan du diaphragme, chez les animaux dont les viscères abdominaux sont abaissés par l'excitation de leurs nerfs phréniques. J'ai dit précédemment (594) que le diaphragme prend alors la forme d'un cône tronqué, dont les côtés sont formés par ses fibres musculaires et une partie du centre phrénique. Les fibres du diaphragme, en raison de leur direction oblique de dehors en dedans et de bas en haut, s'éloignent tellement de la verticale, lorsque le centre phrénique auquel elles s'attachent est abaissé, qu'elles doivent obéir seulement à la force qui les attire en dedans.

Les viscères abdominaux ont-ils conservé leurs rapports naturels avec le diaphragme ; ils se laissent, il est vrai, déprimer en masse par la contraction de ce muscle ; mais ils lui offrent, comme point d'appui, leur surface en partie solide, dont la convexité s'adapte merveilleusement à toute sa surface concave en bas, et s'oppose ainsi au redressement de ses fibres musculaires. En raison donc de la forme toute particulière du point d'appui présenté par les viscères abdominaux, les fibres musculaires du diaphragme conservent en partie leur courbure naturelle qui leur permet d'agir sur les

côtes diaphragmatiques, dans une direction presque verticale, et en conséquence de les attirer en haut. Or, toute côte qui s'élève, se porte nécessairement en dehors, ainsi que l'a fort bien démontré Borelli.

601. Il ressort aussi de mes expériences que l'expansion de la base du thorax, sous l'influence de la contraction artificielle du diaphragme, est plus grande chez l'animal vivant. Ce phénomène vient de ce que les parois abdominales opposent à la descente des viscères plus de résistance, pendant la vie, qu'après la mort. On n'a pas oublié cette curieuse expérience dans laquelle on a vu (588), chez un chien vivant, le diamètre transversal de la base du thorax presque doublé, pendant la faradisation de ses nerfs phréniques; tandis qu'après sa mort, l'expansion de cette partie de la poitrine avait à peine augmenté d'un tiers, sous l'influence de la même excitation (589). Dans le premier cas, l'animal maintenait ses muscles abdominaux contractés avec la plus grande énergie; aussi l'épigastre et les hypochondres étaient-ils alors à peine soulevés; dans le second cas, les parois abdominales, restées flasques, s'étaient laissé distendre par les viscères abdominaux refoulés en bas.

Je ne crois pas que le diamètre transversal du thorax ait pu être doublé par le seul fait de la contraction du diaphragme. Les viscères abdominaux, comprimés alors entre ce muscle et les parois abdominales violemment contracturées, étaient refoulés vers les parois thoraciques repoussées par eux en dehors, et augmentaient ainsi mécaniquement l'expansion du thorax déjà commencée par la contraction du diaphragme.

Quelle qu'en soit l'explication, ce phénomène démontre évidemment que l'écartement des côtes inférieures, par la contracture du diaphragme, augmente en raison directe de la

résistance des viscères ou des parois abdominales. Cette résistance, en s'opposant à l'abaissement du diaphragme, empêche ou entrave l'agrandissement du diamètre vertical de la cavité thoracique ; mais l'expansion transversale plus grande que la poitrine y gagne alors, est une sorte de compensation. Si l'on réfléchit aux causes fréquentes qui peuvent aussi mettre obstacle à l'abaissement du diaphragme, et conséquemment gêner la respiration, on voit, comme aurait dit l'illustre auteur de l'*Usage des parties*, combien la nature a été sage et prévoyante, en donnant au diaphragme la faculté de rendre alors en largeur à la cavité thoracique, à peu près ce qu'elle perd en hauteur.

### § III. — Physiologie pathologique.

602. L'observation clinique m'a plusieurs fois offert l'occasion de voir, chez l'homme, la fonction du diaphragme s'exercer isolément. En voici un exemple : Un individu fait une chute d'un premier étage ; il est apporté sans connaissance à l'Hôtel-Dieu. Lorsque les effets de la commotion cérébrale sont dissipés, on constate qu'il est paralysé des quatre membres ; que sa poitrine reste complétement immobile dans ses trois quarts supérieurs ; que pendant chaque inspiration la base de son thorax s'agrandit en tous sens, et que sa région épigastrique se soulève fortement. On diagnostique une lésion spinale siégeant au niveau du plexus brachial, au-dessous de l'origine des nerfs phréniques qui émanent, on le sait, de la quatrième paire cervicale, auquel vient se joindre ordinairement un filet provenant de la branche antérieure de la cinquième paire, et assez souvent un autre rameau que lui envoie celle de la troisième. La phonation était très-affaiblie.

Ce fait a une grande ressemblance avec les expériences de Galien qui, dans ses vivisections, paralysait les intercostaux et les autres muscles auxiliaires de la respiration, à l'aide de ligatures (voy. 575). Il confirme pleinement, on vient de le voir, ce qu'il en avait déduit, au point de vue de la fonction inspiratrice du diaphragme et de son action sur les côtes auxquelles il s'insère.

Plusieurs fois aussi j'ai vu les intercostaux détruits par l'atrophie musculaire progressive, alors que le diaphragme était encore intact. Alors la respiration costo-supérieure était abolie, et je voyais se produire seulement la respiration costo-inférieure et abdominale, quelque effort que fît le malade, pour faire une grande inspiration et dilater sa poitrine.

En somme, tous ces faits cliniques sont en parfait accord avec mes expériences électro-physiologiques, et confirment pleinement l'opinion de Galien sur les fonctions du diaphragme.

603. Quels sont les troubles fonctionnels occasionnés par le défaut d'action du diaphragme ? Cette recherche fera ressortir le degré d'importance ou d'utilité de ce muscle. Je n'avais pas d'abord l'espoir de résoudre cette question, parce que, suivant la plupart des auteurs, la paralysie du diaphragme était trop rapidement mortelle, pour que l'on eût le temps d'en observer les symptômes.

Mais je ne tardais pas à rencontrer des malades qui éprouvaient une grande gêne en respirant, et chez lesquels les mouvements du thorax et de la région épigastrique se faisaient en sens contraire de ceux que l'on observe à l'état normal ; au moment de l'inspiration, l'épigastre et les hypochondres étaient *déprimés*, tandis qu'au contraire la poitrine se dilatait ; les mouvements de ces mêmes parties avaient lieu dans

un sens opposé, pendant l'expiration. Les sujets semblaient aspirer leurs viscères abdominaux, alors que l'inspiration produisait l'expansion de leur poitrine, et cela d'autant plus que le thorax s'agrandissait davantage. Si, dans ces cas, je faradisais les nerfs phréniques, au moment de l'inspiration, l'épigastre se soulevait et la base du thorax s'agrandissait, comme à l'état normal ; cette expérience me démontrait donc que, chez ces individus, l'action du diaphragme seule faisait défaut ; qu'ils étaient atteints d'une paralysie du diaphragme.

J'ai observé ces paralysies du diaphragme chez des hystériques et des saturnins ; ils ont été guéris par la fadarisation des nerfs phréniques ; ce qui prouvait que le diagnostic avait été exact.

J'ai vu les mêmes troubles de la respiration, chez des sujets atteints d'atrophie musculaire progressive, annoncer que le diaphragme ne fonctionnait plus. La faradisation de leurs nerfs phréniques ne pouvait provoquer la contraction de ce muscle ; à l'autopsie, je constatais que ses fibres étaient profondément altérées dans leur texture, ce qui expliquait pourquoi l'excitation électrique ne provoquait pas leur contraction.

Enfin, j'ai recueilli des cas où le diaphragme ne fonctionnait que d'un côté ; ce qui prouvait, d'accord avec l'expérimentation, que ce muscle se compose de deux moitiés indépendantes.

Je ne relaterai pas ici les cas nombreux de paralysie ou d'atrophie du diaphragme que j'ai recueillis ; le lecteur les trouvera d'ailleurs exposés avec détails dans un article consacré à l'étude pathologique de cette paralysie locale. Ce n'est point non plus le lieu d'en exposer complétement la symptomatologie, le diagnostic, l'étiologie, le pronostic et le traite-

ment; la description en a été faite dans le même article (1).

Je ferai seulement remarquer que la paralysie ou l'atrophie du diaphragme n'est pas immédiatement et rapidement mortelle, ainsi que l'ont avancé les auteurs; j'ai rencontré des sujets qui en étaient atteints depuis plusieurs années. Elles ne deviennent mortelles que lorsqu'en même temps les intercostaux sont paralysés, ou bien si les sujets n'ayant qu'une paralysie ou atrophie du diaphragme, viennent à être pris d'une simple bronchite. Ils ne peuvent plus alors débarrasser leurs bronches des mucosités qui s'y accumulent; dans ces circonstances, les malades périssent par asphyxie. — Je reviendrai sur quelques-uns des symptômes de la paralysie du diaphragme, lorsque je traiterai comparativement de celle des intercostaux.

604. La découverte de la contracture du diaphragme, — affection bien autrement grave et non encore décrite, — est ressortie des expériences que j'ai faites sur ce muscle, chez des animaux vivants (voy. p. 578). En faisant passer un courant d'induction, sans discontinuer, dans les nerfs phréniques mis à nu, chez des chiens vivants, j'ai produit l'asphyxie en quelques minutes. J'avais décrit avec détails les phénomènes de cette contracture artificielle, en disant que, chez l'homme, la contracture du diaphragme devait produire les mêmes phénomènes. Quelques mois après la publication de cette expérience, un observateur distingué, M. Valette, chirurgien militaire de l'hôpital de Metz, déclarait que, guidé par cette description des symptômes de la contracture du diaphragme, il venait de diagnostiquer une contracture rhumatismale du

(1) *De l'électrisation localisée*, 2e édition : Atrophie du diaphragme ; B, paralysie du diaphragme, 1° de cause saturnine, 2° de cause hystérique, 3° par inflammation des organes voisins (chapitre XVIII, article III).

diaphragme, chez un adulte qui y avait succombé rapidement par asphyxie. Il en a communiqué l'observation à l'Académie de médecine de Paris. Plus tard, j'ai eu l'occasion d'en observer moi-même un nouveau cas (1).

## ARTICLE II.

### INTERCOSTAUX.

#### § I. — Historique.

Depuis plusieurs siècles, la détermination de l'action propre des intercostaux et des fonctions qu'ils sont appelés à remplir, dans l'acte de la respiration, a fait naître les opinions les plus diverses et les plus contradictoires. Aujourd'hui, cette question n'est pas encore jugée.

605. On peut diviser en trois périodes l'histoire des principales opinions qui, tour à tour, ont régné dans la science.

La première période date de Galien, qui considère les intercostaux internes et externes comme des muscles inspirateurs, à l'exception des intercostaux inférieurs. Suivant ce grand anatomiste, ces derniers seraient abaisseurs des côtes, et par conséquent expirateurs. « La postérité tout entière, dit Haller, admit l'opinion de Galien jusqu'au moment où Fabrice d'Acquapendente a fait, des intercostaux internes, des inspirateurs auxiliaires des intercostaux externes (2). » Haller aurait dû cependant en excepter Vésale qui professait que les intercostaux internes et externes sont expirateurs.

606. Dans la seconde période, l'opinion de Fabrice d'Acqua-

(1) *De l'Électrisation localisée*, 2e édition, 1861, p. 905, G, *Contracture du diaphragme.*

(2) *Elem. physiol.*, t. III, p. 36.

pendente, formulée en 1615, est partagée sans conteste, pendant plus d'un siècle, par les anatomistes et par les physiologistes les plus célèbres, venus après lui, jusqu'à Hamberger qui ouvre une troisième période, en soutenant que tous les intercostaux externes sont expirateurs. Hamberger (1) a engagé sur cette question, avec Haller, une polémique ardente qui a troublé les dernières années de ce grand physiologiste.

Après Hamberger, d'autres opinions ont encore surgi, parmi lesquelles la plus importante est celle de MM. Beau et Maissiat, qui ont essayé de démontrer que les intercostaux internes et externes sont expirateurs. Enfin je signalerai encore les remarques de M. Sibson, qui l'ont conduit à admettre l'action inspiratrice des intercostaux externes, dans la portion antérieure des cinq premiers espaces intercostaux (2).

Le passage suivant, emprunté au mémoire de MM. Beau et Maissiat, donne une idée plus complète du peu d'accord qui, avant eux, existait entre les physiologistes sur l'action des intercostaux : « 1° Les muscles intercostaux externes et internes sont les uns et les autres *inspirateurs* (Borelli, Sénac, Boerhaave, Vinslow, Haller, Cuvier). 2° Les muscles intercostaux externes et internes sont les uns et les autres *expirateurs* (Vésale, Diemerbroeck, Sabatier). 3° Les intercostaux externes sont *expirateurs*, et les internes *inspirateurs* (Bartholin). 4° Les intercostaux externes sont *inspirateurs*, et les internes *expirateurs* (Spigel, Vesling, Hamberger). 5° Les intercostaux externes et internes sont à la fois *inspirateurs et expirateurs* (Mayer, Magendie, Bouvier, Burdach, Cruveilhier). 6° Tous les intercostaux agissent de

(1) Hamberger, *De respirationis mechanismo*. Ienæ, 1727.
(2) Sibson, *Philosoph. Transact.* 1846, p. 535.

concert, mais leurs fonctions varient dans les différents points de la poitrine : ils sont *inspirateurs dans un endroit et expirateurs dans un autre* (Berhrens). 7° Enfin, les deux intercostaux n'exécutent aucun mouvement d'inspiration ou d'expiration, ils font seulement l'office d'une paroi immobile (Van Helmont, Arantius, Neucranzius) (1). »

## § II. — Électro-physiologie.

607. Les premières expériences électro-physiologiques que j'ai faites, chez l'homme, sur l'action propre des intercostaux, datent de 1850. A cette époque, les recherches de MM. Beau et Maissiat semblaient avoir établi que les intercostaux étaient expirateurs, et que la respiration costo-supérieure était placée sous la dépendance absolue de certains muscles qu'on peut appeler auxiliaires de l'inspiration.

Cette opinion avait exercé, pendant quelque temps, une influence fâcheuse sur mon esprit, au point de vue des applications thérapeutiques que je faisais de la faradisation localisée, dans certains cas d'atrophie musculaire progressive.

Chez un individu, entre autres, dont les muscles du tronc s'étaient atrophiés progressivement, à des degrés divers, la respiration costo-supérieure était difficile et incomplète. Adoptant les idées de MM. Beau et Maissiat, j'attribuais les mouvements désordonnés que j'observais dans sa respiration à la lésion de ses muscles inspirateurs auxiliaires, et je me bornai, conséquemment, à faradiser ceux d'entre eux qui n'avaient pas encore entièrement disparu. Je me gardai bien d'exciter les intercostaux que je considérais alors comme les antago-

(1) Beau et Maissiat, *Arch. gén. de méd.*, 4e série, t. I, p. 269.

nistes de l'élévation des côtes. Les résultats de ce traitement furent complétement nuls. Mais, plus tard, j'eus l'occasion d'observer d'autres malades chez lesquels l'inspiration costo-supérieure se faisait normalement, bien qu'ils eussent perdu à peu près complétement les muscles inspirateurs auxiliaires, auxquels MM. Beau et Maissiat attribuaient exclusivement cette inspiration costo-supérieure. Ces faits seront exposés bientôt (voy. § III, *Physiologie pathologique*). En vertu de quelle action musculaire avait donc lieu, dans ces derniers cas, l'inspiration costo-supérieure? Telle a été pour moi l'origine des recherches expérimentales que j'ai faites sur l'action propre des intercostaux de l'homme, et desquelles, — j'ai hâte de le dire, — il est ressorti, avec l'appui de l'observation clinique, que les intercostaux sont inspirateurs, ainsi que je vais le démontrer d'abord par l'expérimentation électro-musculaire.

Une fois convaincu que les inspirateurs auxiliaires ne sont pas les seuls muscles qui puissent produire l'inspiration costo-supérieure, et, d'autre part, mes expériences m'ayant appris déjà que le diaphragme élève seulement les côtes auxquelles il s'insère (voy. l'article précédent), il m'était impossible d'expliquer, chez les individus dont les muscles inspirateurs auxiliaires étaient atrophiés, la persistance de l'inspiration costo-supérieure, sans faire intervenir les intercostaux, en tout ou en partie.

Les intercostaux de ces malades se trouvant placés sous la peau, par le fait de la destruction des muscles qui les recouvraient, il me fut facile de les faradiser directement, afin de rechercher leur mode d'action sur les côtes. Voici les résultats des expériences que j'ai faites, dans cette circonstance.

608. Je me suis servi de rhéophores métalliques, recou-

verts de peau humide et offrant assez peu de surface pour ne pas toucher les côtes, lorsque je les appliquais sur les espaces intercostaux. Les ayant placés au niveau de l'un des intercostaux internes qui correspondent aux cartilages, c'est-à-dire dans les points où ces muscles ne sont pas recouverts par les intercostaux externes, j'ai vu chacun d'eux, sous l'influence d'un courant d'induction, marchant avec des intermittences rapides, la côte inférieure : 1° s'élever sur la côte supérieure qui restait fixe ; 2° s'écarter en même temps en dehors, par une sorte de mouvement de rotation sur ses extrémités.

Plaçant ensuite mes rhéophores plus en dehors, au niveau de l'intercostal externe, et me servant d'un courant moins pénétrant (l'extra-courant), la côte inférieure s'est élevée vers la supérieure, de la même manière que par l'excitation de l'intercostal interne.

Ces expériences, répétées sur tous les espaces intercostaux, ont donné des résultats identiques.

Comme, depuis bien des années, je ne néglige jamais de faradiser, dans un but thérapeutique, les intercostaux et le diaphragme, lorsque l'atrophie musculaire progressive tend à se généraliser, j'ai pu constater souvent, on le conçoit, les faits que je viens d'exposer.

Je serais donc en droit de conclure de ces expériences électro-physiologiques, faites chez l'homme vivant, que tous les intercostaux excités individuellement élèvent la côte inférieure vers la côte supérieure qui reste fixe.

La vérité de cette proposition est parfaitement démontrée, pour ce qui a trait à l'action propre des intercostaux externes, car les rhéophores ont pu être appliqués sur tous les points de la surface de ces muscles, et toujours ils ont provoqué

l'élévation de la côte inférieure. Quant aux intercostaux internes, ce que j'ai dit ci-dessus de leur action n'est évidemment applicable qu'à leur portion intercartilagineuse, puisque, dans les autres points, ils étaient inaccessibles à l'excitation directe.

609. J'ai pu cependant faradiser en masse l'intercostal interne, par l'intermédiaire de son nerf. — Est-il besoin de dire qu'alors la contraction de ce muscle ne pouvait être isolée de celle de l'intercostal externe? On doit être prévenu aussi que l'excitation du nerf intercostal est tellement sensible, qu'elle est difficilement supportée. C'est pourquoi cette expérience ne m'a bien réussi que chez un sujet atrophique, dont la moitié droite du corps était presque complétement insensible (l'anesthésie se rencontre rarement dans l'atrophie progressive). Ses inspirateurs auxiliaires ayant disparu, et, sa maigreur étant extrême, il m'a été facile d'observer, dans tous leurs détails, les faits que je vais faire connaître. — J'ai posé, au niveau de son cinquième espace intercostal et aussi en arrière que possible, mes rhéophores qui recouvraient toute la largeur de cet espace; puis faisant passer d'abord un courant faible, la côte inférieure s'est élevée vers la côte supérieure, par la contraction isolée de l'intercostal externe dont j'ai constaté le gonflement et le durcissement, tandis que mes doigts appliqués dans l'espace intercartilagineux sentaient que l'intercostal interne restait dans le relâchement. J'ai ensuite augmenté graduellement l'intensité du courant, jusqu'à ce que j'eusse senti tout à coup, sous mes doigts placés sur l'espace intercartilagineux, l'intercostal interne se gonfler et se durcir fortement, comme l'intercostal externe. Cette contraction simultanée de l'intercostal externe et de l'intercostal interne était évidemment le signe de la pé-

nétration du courant jusqu'au nerf intercostal de cet espace. Pendant cette contraction des deux intercostaux, la côte inférieure s'est élevée vers la côte supérieure qui est restée fixe, de la même manière, mais avec plus de force que par la contraction isolée de l'intercostal externe.

Ce malade ayant été longtemps soumis au traitement électrique, j'ai répété un très-grand nombre de fois l'expérience que je viens d'exposer et qu'il supportait bien. Elle a été souvent faite à ma clinique civile, en présence de mes auditeurs. Ne pourrais-je pas en conclure que, par son action propre, l'intercostal interne n'abaisse pas la côte supérieure, car si ce muscle possédait réellement ce pouvoir, on aurait vu, dans cette expérience où il est entré en action simultanément avec l'intercostal externe, sous l'influence de l'excitation électrique du nerf intercostal, on aurait vu, dis-je, les deux côtes se rapprocher l'une de l'autre, la supérieure en s'abaissant et l'inférieure en s'élevant. Or, on se le rappelle, la côte inférieure seule a été mise en mouvement; elle s'est élevée vers la côte supérieure qui est restée fixe; ce qui indique que ces deux intercostaux agissent dans le même sens sur la côte inférieure, c'est-à-dire qu'ils sont tous deux élévateurs de cette côte.

610. En 1851, j'avais déjà fait, chez l'homme, les expériences que je viens d'exposer. A cette époque, j'avais, dans une des leçons de P. Bérard à la Faculté de médecine, montré expérimentalement, sur un sujet atrophié dont il a été question précédemment à l'article *Diaphragme* (voy. 586), que les intercostaux internes excités dans l'espace intercartilagineux sont élévateurs des côtes. A la vue de cette expérience, ce savant professeur s'était écrié : « Que n'eût pas donné Haller pour être témoin d'une pareille expérience qui

(pour cette région de la poitrine du moins) lui eût donné gain de cause sur son tenace adversaire !

Me réservant de faire d'autres recherches sur ce sujet, j'avais, à regret, cédé au désir de P. Bérard, en répétant cette expérience publiquement; mais je n'avais pas consenti à montrer les autres expériences.

Celles dont j'avais rendu P. Bérard témoin avaient déjà cependant une grande importance, puisqu'il en ressortait : 1° que, chez l'homme, les muscles expirateurs auxiliaires ne sont pas les seuls muscles qui président à l'inspiration costo-supérieure ; 2° qu'excités individuellement, les intercostaux externes et les intercostaux internes, au niveau de l'espace intercartilagineux, sont élévateurs des côtes.

Il ne me paraissait pas démontré, cependant, que les portions des intercostaux internes, qui sont situées en dehors des espaces intercartilagineux, pussent élever les côtes, bien que les expériences que j'avais faites sur les nerfs intercostaux, m'eussent porté à les considérer comme des inspirateurs dans toutes leurs portions.

Et puis, j'attendais que mes expériences eussent été soumises au contrôle de l'observation clinique. Pour cela, plus de douze années devaient s'écouler avant que j'eusse recueilli les faits que je vais exposer dans le paragraphe suivant. Ils concourront, j'espère, à résoudre d'une manière définitive la question qui, depuis des siècles, tient les physiologistes en suspend, en démontrant que les intercostaux internes sont inspirateurs, aussi bien que les intercostaux externes.

### § III. — Physiologie pathologique.

**611.** Lorsque, pour la première fois, j'ai observé la paralysie du diaphragme, le phénomène principal qui a attiré

mon attention, après les symptômes locaux de cette paralysie, c'est l'exagération de la respiration costo-supérieure. Comme j'avais déjà constaté expérimentalement que les intercostaux pouvaient être élévateurs des côtes, les externes aussi bien que les internes (voy. 609 et 610), j'ai été tout naturellement porté à attribuer à la contraction de ces muscles les mouvements inspirateurs des côtes, qui venaient suppléer ainsi la respiration diaphragmatique abolie.

Cette interprétation me paraissait assez rationnelle. Je ne voyais pas en effet, dans ces cas, les muscles inspirateurs auxiliaires (les pectoraux, les grands dorsaux, les grands dentelés, etc.) se contracter très-fortement, pourvu que les sujets restassent en repos.

Néanmoins les objections nombreuses que m'opposaient des personnes très-autorisées par leurs études physiologiques et que je rendais témoins de ce fait, faisaient naître en moi des doutes. N'était-il pas possible, me disaient-elles, qu'ici les muscles inspirateurs auxiliaires qui, dans ces cas, n'étaient pas frappés de paralysie, fussent les producteurs de la respiration costale, bien qu'on ne les vît pas se contracter d'une manière énergique ?

D'autres faits cliniques plus complets ne tardèrent pas à se présenter à mon observation et me fournirent la démonstration de ce grand fait, à savoir que les intercostaux, soit les externes, soit les internes, sont essentiellement inspirateurs.

Un individu, nommé Corbeau, avait vu s'atrophier successivement, dans l'espace de quelques années, la plupart des muscles moteurs de ses membres supérieurs ; ceux du tronc avaient été atteints à leur tour, et lorsqu'il vint réclamer mes soins, je ne retrouvai plus les traces des muscles de la couche

superficielle de cette région ; en outre, une grande partie des muscles moteurs de la tête et du cou avait également disparu ; ainsi plus de sterno-cléido-mastoïdiens, de splénius, de complexus ; les scalènes eux-mêmes avaient perdu les deux tiers environ de leur volume ; c'était une sorte de squelette vivant. Cet individu était affecté d'atrophie musculaire graisseuse progressive. Ce qui l'avait surtout décidé à venir me consulter, c'est que sa respiration devenait de plus en plus difficile, surtout lorsqu'il marchait. Alors je constatai, chez lui, une atrophie du diaphragme caractérisée par tous les signes objectifs qui lui sont propres et qui ont été exposés dans l'article précédent (voy. 603). Ce qui m'étonnait le plus et ce que ne comprenaient pas surtout les personnes qui avaient été élevées dans cette croyance dominante dans l'enseignement physiologique actuel, à savoir, que le type costo-supérieur de la respiration est placé sous la dépendance absolue des muscles inspirateurs auxiliaires, c'est que, malgré l'absence à peu près complète de ces muscles, cette respiration se faisait avec force, et que, pendant l'inspiration, la moitié supérieure de son thorax présentait une expansion considérable.

Impossible d'attribuer ici à d'autres muscles qu'aux intercostaux cette élévation des côtes, leur écartement en dehors et le mouvement oblique en haut et en avant du sternum, qui en est la conséquence. D'ailleurs, cet individu étant d'une grande maigreur; on voyait ses espaces intercostaux s'agrandir, se bomber ; bien mieux les doigts appliqués sur ces espaces, au niveau, soit des intercostaux externes, soit des intercostaux internes qui étaient sous-cutanés, on sentait ces muscles se gonfler, pendant l'inspiration, et tomber dans le relâchement, pendant l'expiration.

Combien de fois, depuis lors, ai-je constaté ces faits dans ma clinique civile ou dans les hôpitaux, sur d'autres sujets atteints, à des degrés divers, d'atrophie des muscles inspirateurs auxiliaires, et chez lesquels la respiration costo-supérieure ne pouvait s'expliquer, sans l'intervention des intercostaux !

Au moment même où j'écris ces lignes, je suis encore sous l'impression d'un fait que je viens d'observer de nouveau, chez un sujet atteint depuis dix ans d'atrophie musculaire graisseuse progressive, et qui se trouve actuellement à l'Hôtel-Dieu, dans le service de mon ami, M. Vernois. (Il est représenté dans les figures 79 et 80 de la page 469 de mon *Traité d'électrisation localisée.*) Voici en quelques mots la démonstration que j'ai faite, à l'occasion de ce sujet, en présence de M. Vernois, de ses élèves et de quelques médecins qui suivaient sa visite. Notre malade, dont les muscles moteurs des membres supérieurs sont presque entièrement atrophiés déjà depuis plusieurs années, a perdu en outre les trois quarts environ de ses trapèzes, de ses rhomboïdes, de ses grands dentelés, de ses grands dorsaux, et une partie de ses pectoraux. Mais ses intercostaux et son grand dentelé sont heureusement encore intacts. L'ayant fait placer sur son lit, dans le décubitus dorsal, sa poitrine et son abdomen étant mis à nu, nous remarquions que sa respiration tranquille était diaphragmatique, parfaitement normale, c'est-à-dire qu'à chaque inspiration sa région épigastrique se soulevait fortement, et que la base de son thorax s'agrandissait un peu, tandis que ses deux tiers supérieurs restaient immobiles. Mais dès que nous l'engageâmes à faire de grandes inspirations, toutes ses côtes exécutèrent un mouvement étendu d'élévation en masse et d'expansion, quoiqu'il eût perdu,

— il ne faut pas l'oublier, — la plupart des muscles qui seuls, d'après un grand nombre de physiologistes, président au type costo-supérieur de la respiration. Ses muscles intercostaux, soit internes, soit externes, soit les uns et les autres, étaient donc les seuls muscles encore vivants auxquels on pût attribuer ce grand mouvement d'expansion de la poitrine. D'ailleurs, j'en avais la preuve matérielle sous la main : chacun des témoins de ce dernier cas put, en effet, appliquer ses doigts dans les espaces intercostaux qui étaient ici sous-cutanés, et sentir les muscles intercostaux externes, aussi bien que les intercostaux internes, se gonfler et se durcir, pendant l'inspiration, et tomber dans le relâchement, pendant l'expiration. Pour tout le monde, ce fait était des plus évidents. Il n'avait pas besoin de commentaires ; il confirmait pleinement ceux qui le précédaient.

L'opinion des physiologistes (Vésale, Diemerbroeck, Sabatier et, dans ces dernières années, MM. Beau, Maissiat, Longet) qui considéraient les intercostaux externes et internes comme des expirateurs, se trouve donc renversée par les faits cliniques que je viens de faire connaître.

Mais ceux qui soutiennent que les intercostaux externes sont seuls inspirateurs pourraient attribuer l'abolition de la respiration costo-supérieure uniquement à l'atrophie de ces intercostaux externes. Il me suffirait, peut-être, de leur répondre que mes expériences ont démontré que, chez l'homme vivant, les côtes sont élevées sous l'influence de l'excitation électrique, aussi bien par les intercostaux internes que par les intercostaux externes, devenus sous-cutanés consécutivement à l'atrophie des muscles qui les recouvrent (voy. 608 et 609) ; que l'on sent très-distinctement tous les intercostaux se gonfler pendant l'inspiration

et tomber dans le relâchement pendant l'expiration; conséquemment, enfin, que ces faits sont un démenti donné à la théorie mécanique d'Hamberger sur laquelle ils s'appuyaient, pour dire que l'élévation des côtes par les intercostaux internes est physiquement impossible.

612. Je vais néanmoins compléter la solution de ce problème sur les fonctions réelles des intercostaux internes et externes, en exposant un autre ordre de faits cliniques qui seront la contre-épreuve des précédents.

L'atrophie musculaire progressive procède habituellement d'une manière assez régulière dans sa marche destructive. Lorsqu'elle s'attaque aux muscles du tronc, c'est la couche musculaire superficielle qui est d'abord envahie, et cela dans un certain ordre; puis vient le tour du diaphragme, et enfin périssent les intercostaux; alors seulement arrive l'asphyxie. C'est ainsi que j'ai vu se terminer l'atrophie musculaire progressive, lorsque la fin n'en avait pas été hâtée par une maladie intercurrente.

Cependant j'ai observé des cas dans lesquels les intercostaux s'étaient atrophiés longtemps avant le diaphragme. En 1862, j'en ai recueilli un cas très-remarquable à l'Hôtel-Dieu, salle Sainte-Agnès, service de M. Trousseau. Les pectoraux, les grands dentelés, les grands dorsaux, les trapèzes, n'existaient plus chez le malade, de sorte que ses intercostaux étant devenus sous-cutanés, je pouvais appliquer mes rhéophores directement sur ces muscles; aucun d'eux ne répondait à l'excitation électrique; sa poitrine restait immobile dans sa portion supérieure, pendant la respiration avec effort; tandis qu'à chaque inspiration ses côtes diaphragmatiques étaient élevées et écartées en dehors, et que la région épigastrique se soulevait. La phonation de cet individu n'*était pas altérée;*

il était seulement essoufflé, s'il marchait un peu vite. Forcé de me resserrer, je ne rapporte pas d'autres faits cliniques analogues. Il en est ressorti le même enseignement physiologique, à savoir : que la respiration costo-supérieure est abolie, seulement lorsque tous les intercostaux sont atrophiés ou paralysés, et, comme corollaire du fait qui précède, que les intercostaux, soit les internes, soit les externes, sont inspirateurs.

613. Un autre fait curieux vient appuyer ceux qui précèdent, en démontrant qu'en vertu de leur action inspiratrice, ces muscles maintiennent, par leur force tonique, l'expansion de la cage thoracique.

Chez notre malade, dont les intercostaux étaient atrophiés, la poitrine était considérablement rétrécie. Il avait remarqué, en effet, que depuis plus d'une année, c'est-à-dire à partir du moment où il ne pouvait plus ni l'agrandir ni la soulever en respirant fortement, sa poitrine, qui auparavant était bien conformée, s'était aplatie progressivement. Je constatai, en effet, que son sternum s'était très-rapproché de la colonne vertébrale, et que le diamètre transversal de son thorax était également moindre. Ce qui m'expliqua ce rétrécissement des parois thoraciques, ce fut l'augmentation considérable de l'obliquité des côtes et le resserrement des espaces intercostaux. On sait, en effet, que toutes côtes qui s'élèvent s'écartent en dehors, et que plus leur direction s'éloigne de la verticale, plus le sternum est poussé en avant et en haut, et cela d'autant plus qu'on le considère plus inférieurement. Est-il besoin de dire que le contraire doit avoir lieu, lorsque les côtes sont abaissées, et conséquemment que la capacité de la cage thoracique diminue d'autant plus que ces côtes se rapprochent davantage de la verticale?

J'ai constaté les phénomènes que je viens d'exposer, chez tous les sujets dont les intercostaux étaient atrophiés. Bien plus, il m'a été donné de voir le resserrement du thorax marcher parallèlement avec l'atrophie des intercostaux.

De l'ensemble des faits précédents, il ressort donc qu'à l'instant où la force tonique des intercostaux n'existe plus, les parois thoraciques s'affaissent progressivement, et que la cage thoracique se rétrécit proportionnellement au degré de la lésion de ces muscles. En d'autres termes, la force tonique des intercostaux est antagoniste ou modératrice des forces qui tendent à resserrer la poitrine (la force tonique des expirateurs, l'élasticité des poumons, des côtes et des cartilages costaux, la force tonique des fibres musculaires bronchiques).

On ne saurait soutenir que, sous ce rapport, les deux ordres de muscles intercostaux puissent avoir des fonctions opposées, car, dans ce cas, la force tonique des uns serait neutralisée par la force antagoniste des autres.

Il faut donc admettre, si l'on veut expliquer le mécanisme du resserrement du thorax, consécutif à l'atrophie des intercostaux, que la force tonique des intercostaux internes et externes agit sur les côtes, dans le même sens, c'est-à-dire qu'ils agissent comme élévateurs des côtes et dilatateurs de la poitrine, en d'autres termes, que tous sont inspirateurs.

614. Il était réservé à l'observation clinique de faire triompher l'opinion qui attribuait aux intercostaux internes et externes une action inspiratrice, opinion qui a régné dans la science, pendant un siècle environ, depuis Fabrice d'Acquapendente jusqu'à Hamberger, et qui eut pour défenseur

tant d'hommes illustres (Borelli, Albinus, Winslow, Sénac, Boerhaave et Haller), opinion antérieurement professée en partie par Galien, qui n'attribuait une action expiratrice qu'aux intercostaux inférieurs.

Ce fait, qui découle des observations cliniques exactes et authentiques, exposées ci-dessus, devrait dominer les théories qui lui paraîtraient contraires; il ne saurait être récusé, sous prétexte qu'il échapperait à toute espèce d'explication. Ce n'est pas que j'aie besoin que l'on me fasse cette concession, pour admettre que, contrairement à l'opinion de Hamberger et de ses partisans, les intercostaux internes sont inspirateurs, aussi bien que les intercostaux externes. Ce fait physiologique, démontré par l'observation clinique, est, pour moi, parfaitement explicable mécaniquement. En effet, il est incontestable que si, au moment de la contraction d'un des muscles intercostaux, la côte supérieure est fixée, la côte inférieure s'élèvera nécessairement, et que, dans les conditions contraires, elle sera abaissée. Ce que je dis d'une côte s'applique à toutes les côtes, lorsque tous les muscles intercostaux se contractent à la fois.

La discussion que je soulève sur le mécanisme des mouvements inspirateurs, produits par les intercostaux, s'appuyait principalement jadis sur la question de point fixe de ces muscles. Winslow, le premier, avait dit avec raison que l'immobilité de la première côte sert en général de point fixe à toutes les autres, et que chaque côte en particulier sert de point fixe au mouvement de la côte suivante (1). Haller avait soutenu avec un grand talent et par des vivisections l'opinion de Winslow.

(1) *Exposition anatomique du corps humain. Traité des muscles*, n° 1160, p. 140. Paris, 1732.

On vient de voir que mes expériences électro-physiologiques, faites partiellement sur les muscles intercostaux de l'homme vivant, n'ont fait que confirmer l'opinion de Winslow et de Haller, en montrant qu'ils peuvent élever les côtes inférieures, même lorsqu'on les fait contracter isolément. S'il m'avait été possible de faire contracter tous les intercostaux à la fois, — ce que je compte d'ailleurs exécuter prochainement sur des animaux, — ce mouvement d'élévation et d'expansion des côtes eût été probablement bien plus puissant et plus évident. Du reste les faits cliniques, dans lesquels les intercostaux étaient les seuls muscles vivants, viennent de montrer que cependant l'inspiration costale se fait d'une manière complète (voy. 608).

615. Mais ce n'est pas seulement un point fixe que les muscles intercostaux rencontrent à leur attache supérieure, pendant l'inspiration costo-supérieure naturelle; c'est en outre un mouvement d'élévation assez étendu des premières et des secondes côtes, qui, imprimé par la contraction des scalènes et du sterno-cléido-mastoïdien, se communique de proche en proche aux côtes situées au-dessous d'elles. L'observation clinique montrera bientôt combien sont grandes l'étendue et la force de ce mouvement d'élévation par l'action même isolée de ces muscles (voy. 615). Celui qui a été témoin de faits semblables ne saurait certes admettre la possibilité de l'abaissement des côtes par les intercostaux internes, pendant la respiration costo-supérieure à laquelle coopèrent les scalènes et le sterno-mastoïdien.

616. Quelle est la valeur de l'argumentation d'Hamberger en présence de ces faits cliniques? Ce physiologiste, on le sait, avait construit un appareil à l'aide duquel il démontrait que, pendant l'élévation des côtes, les intercostaux internes

étaient allongés ; il en concluait qu'ils ne pouvaient concourir à l'élévation des côtes, parce que ces muscles devraient alors se raccourcir. Je vais démontrer que cet argument n'a de force qu'en apparence.

Haller lui avait répondu que, dans son appareil, les fils étaient placés sur des leviers également mobiles, ce qui n'est pas le cas des côtes. Ensuite ayant dénudé une poitrine humaine fraîche, il y avait appliqué des fils dans la direction des intercostaux internes. Puis ayant tiré perpendiculairement sur ces fils, de manière à en rapprocher les attaches, il avait montré que c'était la côte inférieure qui se déplaçait et qui montait. — On se rappelle que l'excitation électrique de l'intercostal interne, chez l'homme vivant, a produit également l'élévation de la côte inférieure.

Haller voulut battre aussi son adversaire obstiné à l'aide des vivisections. Afin d'exagérer l'action des intercostaux sur des animaux vivants, il fit pénétrer l'air dans leur plèvre en divisant le diaphragme. L'excision partielle des intercostaux externes lui ayant permis d'examiner les intercostaux internes en action, il les vit alors *corrugari, perpendiculares reddi, indurescere*, pendant les efforts de l'inspiration (1).

Je ne saurais dire combien j'ai été heureux de venir confirmer l'argumentation de notre illustre Haller, et par l'expérimentation électro-musculaire, et par l'observation clinique.

617. Son argumentation eût répondu plus complétement à son adversaire, s'il avait ajouté que, de ce que les points d'attaches des intercostaux internes ne se rapprochent pas, pendant l'élévation des côtes, on n'est pas pour cela en droit de

(1) *Elem. physiol. corporis humani*, t. III, lib. VII, p. 12.

conclure qu'ils ne peuvent concourir à cette élévation. J'ai, en effet, démontré, par l'observation clinique, que certains muscles ont besoin d'être mis dans un état d'élongation, pour agir avec force. Les muscles fléchisseurs des doigts de la main, par exemple, n'ont de puissance que lorsque les extenseurs de la main les ont allongés, en relevant les poignets. Ces derniers muscles viennent-ils à être paralysés, la flexion des doigts, on l'a vu, ne se fait plus que faiblement (voy. 158, 178, 179). De même donc que l'élongation des fléchisseurs des doigts, qui se produit pendant l'exercice de leur fonction, est nécessaire à la puissance de leur action, de même l'allongement des intercostaux internes, pendant l'élévation des côtes, augmente la force de ces muscles, comme inspirateurs.

618. Je vais maintenant prouver qu'en vertu de certaines dispositions anatomiques, les intercostaux internes et externes sont destinés à produire l'inspiration.

Les muscles sont disposés de telle manière que, pendant leur contraction, ils deviennent plus perpendiculaires aux os ou leviers qu'ils mettent en mouvement. Le but évident de cette disposition anatomique est d'augmenter leur puissance en raison directe du degré de mouvement exécuté par le levier sur lequel ils agissent. Eh bien! les intercostaux ne deviennent plus perpendiculaires aux côtes, que pendant leur élévation. Ce seul fait me semble démontrer que la nature a destiné ces muscles à l'inspiration. Si les intercostaux avaient dû produire réellement l'expiration, elle n'aurait pas négligé de leur donner une direction telle qu'ils seraient devenus perpendiculaires aux côtes, pendant qu'ils les abaissaient, afin d'augmenter leur puissance expiratrice.

619. La direction oblique en sens contraire des inter-

costaux internes et externes, pendant le repos musculaire, indique qu'ils doivent se contracter toujours synergiquement.

Supposons, en effet, que ces muscles aient eu la même direction, que par exemple les intercostaux externes aient eu une direction oblique d'arrière en avant et de bas en haut, comme les intercostaux internes, il n'est pas douteux qu'au moment de la contraction simultanée de tous ces muscles, chacune des côtes aurait été attirée en avant et en haut vers la côte supérieure. C'est pour cette raison que ces muscles se croisent en X, de manière que, par leur contraction simultanée, leur action oblique soit neutralisée, et que la résultante de leurs forces combinées ait lieu directement en haut.

Est-il besoin de dire ce qui serait arrivé si les intercostaux externes et internes avaient été réellement, les premiers inspirateurs et les seconds expirateurs, en d'autres termes, si les deux plans musculaires qu'ils constituent s'étaient contractés indépendamment l'un de l'autre? Les côtes, pendant l'inspiration, auraient chevauché les unes sur les autres, de bas en haut et d'arrière en avant; ç'eût été l'inverse dans l'expiration. Mon assertion n'est pas une hypothèse, car sur une cage thoracique fraîche tout le monde peut constater que la flexibilité des côtes et surtout de leurs cartilages permet souvent de faire chevaucher facilement une côte sur celle qui est au-dessus d'elle, en tirant sur elle obliquement de bas en haut, dans la direction des intercostaux internes ou des intercostaux externes.

D'autre part, si je m'en rapporte à mes souvenirs, l'observation clinique doit venir confirmer tôt ou tard ce que je dis ici.

Dans le cours de l'année 1860, un individu s'est présenté à ma clinique civile, avec une poitrine décharnée et les

membres atrophiés. Il était atteint d'atrophie musculaire graisseuse progressive. Depuis neuf mois, il respirait assez difficilement, lorsqu'il marchait; son diaphragme fonctionnait mal, surtout à droite; aussi sa respiration costale était-elle exagérée. Comme ses muscles inspirateurs auxiliaires avaient presque entièrement disparu, il était évident que sa respiration costo-supérieure était exécutée par les intercostaux que l'on sentait du reste, pendant l'inspiration, se gonfler sous les doigts appliqués sur les espaces intercostaux, à travers la peau qui était mince.

Voici un fait curieux que j'ai observé, chez ce malade, et sur lequel je veux attirer l'attention. Du côté droit, pendant ses inspirations costales, les 5$^e$, 6$^e$, 7$^e$ côtes se portaient obliquement un peu en arrière et en haut. Ce mouvement partiel des côtes contrastait avec l'élévation directe de toutes les autres côtes.

J'ai pris note de ce phénomène étrange, sans le comprendre alors, je l'avoue. Mais, d'après les notions que nous possédons aujourd'hui, n'est-il pas rationnel d'admettre que, chez ce malade, l'atrophie musculaire progressive qui, — je l'ai démontré, — marche capricieusement et irrégulièrement, pouvait avoir détruit alors les intercostaux internes des côtes dont le mouvement d'élévation se faisait obliquement d'avant en arrière, pendant l'inspiration, sous l'influence de l'action isolée des intercostaux externes correspondants; c'est du moins la seule manière d'expliquer ce phénomène.—Je m'empresse de dire toutefois qu'il ne faut pas attacher à ce fait une valeur exagérée, la preuve de l'exactitude de l'explication que j'en ai donnée ne pouvant être faite que par l'examen nécroscopique.

En somme, il fallait que les intercostaux eussent une di-

rection oblique, pendant leur repos, pour qu'ils devinssent perpendiculaires à la direction des côtes, au moment où ils les élèvent; pendant l'inspiration, l'action oblique qu'ils exercent individuellement sur les côtes est neutralisée par par leur entrecroisement et par leur contraction simultanée, et la résultante de leur action combinée est toujours perpendiculaire aux côtes qu'ils sont destinés à élever.

620. Les individus dont les muscles inspirateurs auxiliaires sont atrophiés ne paraissent éprouver aucun trouble dans la respiration ni dans la phonation ; leur voix, leurs cris, ne m'ont pas semblé avoir beaucoup perdu de leur force.

Il n'en est pas de même si leurs intercostaux sont paralysés ou atrophiés. Galien rapporte qu'ayant placé dans ses vivisections une ligature sur chacun des nerfs intercostaux, et que ses aides, en nombre suffisant, ayant serré simultanément toutes ces ligatures, la phonation s'était éteinte immédiatement, bien que la respiration diaphragmatique continuât à se faire normalement (1). Il conseillait d'expérimenter de préférence sur des porcs, comme il le faisait souvent dans ses leçons, parce que ces animaux crient bien fort, et que les troubles produits dans la phonation, par la ligature en masse des nerfs intercostaux, sont plus évidents.

Je n'ai pas observé cette perte complète de la voix chez les sujets dont les intercostaux étaient paralysés ou atrophiés ; leur chant était seulement un peu moins puissant ; leurs cris étaient singulièrement affaiblis. Je n'essaierai pas d'expliquer cette espèce de contradiction entre les vivisections de Galien et mes observations cliniques. Je me bornerai à dire qu'il ne faut pas se hâter de conclure des expériences

(1) *Exposit. anat.*, liv. V, chap. III.

pratiquées seulement sur les animaux, et je ferai remarquer que la manière de respirer, chez les porcs, de même que chez les chiens, n'est pas la même que chez l'homme.

621. Les faits cliniques exposés précédemment ont démontré que l'utilité des intercostaux n'est pas comparable à celle du diaphragme, et que les physiologistes ont raison de considérer ce dernier comme le muscle inspirateur par excellence.

On a vu, en effet, que les individus dont les intercostaux étaient atrophiés ou paralysés, n'éprouvaient pas de troubles considérables, dans la respiration, tandis que, consécutivement à la perte de l'action du diaphragme, la respiration devenait difficile, que l'hématose était incomplète et que la vie était mise en danger par la plus légère bronchite (voy. 603). Néanmoins on ne saurait méconnaître que, dans cette circonstance, les intercostaux sont d'une grande utilité, car ils peuvent, jusqu'à un certain point, suppléer le diaphragme et entretenir la vie assez longtemps pour permettre de traiter la paralysie de ce muscle. Mais si leur action se trouve abolie, alors que le diaphragme commence à être envahi par l'atrophie, la vie du malade est incessamment menacée, avant même que ce muscle ait été complétement détruit. C'est ce que j'ai observé plusieurs fois, surtout chez un nommé Leconte, dont l'histoire est devenue célèbre par l'examen nécroscopique qui en a été fait par M. Cruveilhier.

## ARTICLE III.

### MUSCLES INSPIRATEURS AUXILIAIRES.

622. Lorsque j'ai eu à établir que les intercostaux présidaient nécessairement à l'inspiration costo-supérieure, j'ai dû démontrer préalablement que, malgré la destruction des autres muscles qui, d'après les auteurs, concourent aussi à l'inspiration, la respiration costo-supérieure avait lieu cependant sans troubles appréciables. Ces derniers muscles sont donc subordonnés aux intercostaux et jouent un rôle bien secondaire dans l'inspiration. Comme il est besoin, pour les désigner, d'un terme qui les distingue des muscles inspirateurs essentiels (le diaphragme et les intercostaux), je les appellerai *muscles inspirateurs auxiliaires*.

Parmi les muscles inspirateurs auxiliaires, il en est qui sont intimement liés à l'acte de l'inspiration costo-supérieure; ce sont : le scalène antérieur et le scalène postérieur (*scalenus prior et scalenus posticus*), le sterno-cléido-mastoïdien (*sterno-cleido-mastoideus*) la portion claviculaire du trapèze, le petit pectoral (*pectoralis minor*), le sous-clavier (*subclavius*), les surcostaux, le petit dentelé postérieur et supérieur (*serratus minor*). C'est principalement à l'étude physiologique de ces muscles que cet article est consacré.

D'autres muscles inspirateurs auxiliaires prennent une part moins directe à l'inspiration costo-supérieure ; ce sont : le trapèze, le grand dentelé, le rhomboïde, le grand pectoral et le grand dorsal. Dans le chapitre qui traite des muscles qui meuvent l'omoplate sur le tronc et le bras sur l'épaule, j'ai exposé les résultats de mes recherches sur l'action inspiratrice du grand dentelé et du rhomboïde (voy. 49, 50), du

grand pectoral de la portion claviculaire du trapèze (voy. 19); je n'ai donc plus à y revenir.

## § 1. — Électro-physiologie.

### A. — Expériences.

I. *Scalènes.* — Lorsqu'on faradise les nerfs phréniques, dans le but de faire contracter le diaphragme, les rhéophores posés au niveau des scalènes antérieurs excitent inévitablement ces muscles, en même temps que les nerfs phréniques; si le courant est modéré, on constate que le mouvement inspirateur propre au diaphragme est seul produit; mais à un courant très-puissant, l'action des scalènes antérieurs se manifeste par un mouvement très-limité d'élévation en masse de la première côte et du sternum.

La présence du plexus brachial, qui masque en partie le scalène postérieur, ne m'a pas permis d'étudier, par la faradisation, l'action propre de ce muscle sur les côtes auxquelles il s'insère.

II. *Sterno-cléido-mastoïdien.* — Lorsque l'on fait contracter ensemble les deux sterno-cléido-mastoïdiens, la tête est infléchie fortement en avant, si, au moment de l'expérience, elle ne se trouve pas très-renversée en arrière.

Dans cette dernière attitude, elle a une tendance à se renverser davantage, sous l'influence de la contraction de ces muscles.

Si la tête est maintenue fixement, lorsqu'on fait contracter énergiquement les sterno-cléido-mastoïdiens, la paroi thoracique et surtout le sternum, exécutent un mouvement d'élévation, appréciable surtout en avant et supérieurement, quoiqu'il soit peu étendu.

III. *Petit pectoral.* — J'ai pu faradiser directement le petit pectoral, chez des sujets dont le grand pectoral était atrophié. L'expérience était-elle faite, pendant le repos musculaire, le moignon était fortement déprimé; si l'épaule était maintenue solidement dans l'élévation, une forte excitation du petit pectoral imprimait aux côtes, auxquelles ce muscle s'insère, un mouvement de bas en haut, très-appréciable, quoique limité.

IV. *Sous-clavier, petit dentelé postérieur et supérieur, et surcostaux.* — Je n'ai pas encore eu l'occasion de faradiser ces muscles, de manière à en étudier l'action individuelle.

B. — Remarques.

623. On comprend difficilement que des anatomistes (Winslow entre autres) (1) aient pu mettre en doute le concours des scalènes, dans l'inspiration, lorsque tout le monde peut voir et sentir ces muscles, et surtout le scalène antérieur, se contracter pendant l'inspiration costo-supérieure.

J'ai toujours perçu distinctement la contraction des scalènes, à chaque mouvement inspirateur du thorax, lorsque j'ai appliqué mes doigts sur ces muscles, pendant la respiration costo-supérieure. C'est ce que Magendie a désigné improprement sous le nom de pouls respiratoire (2).

Bien mieux, chez une femme qui était d'une extrême maigreur et dont un des sterno-cléido-mastoïdien était atrophié, j'ai vu les scalènes se gonfler et, par le toucher, je les ai sentis également se durcir, à chaque inspiration, pendant la respiration ordinaire. — On sait que, chez les femmes, la

(1) *Traité des muscles*, n° 1152, 339.

(2) *Éléments de physiologie*. t. II, p. 323.

respiration ordinaire est costo-supérieure, à cause de la compression exercée par le corset sur la partie inférieure de leur poitrine.

624. Comment expliquer aussi qu'avant Haller personne n'ait signalé un autre fait qui frappe également la vue : la contraction des sterno-cléido-mastoïdiens, pendant la respiration costo-supérieure (1)? Sans aucun doute, ce fait n'a pu passer inaperçu ; mais il n'aura pas été accepté, parce que probablement on ne comprenait pas comment son concours pouvait être utile à l'inspiration. Comme l'attache supérieure de ce muscle est en effet très-mobile, et qu'il est puissant fléchisseur de la tête, surtout lorsqu'il s'associe à son homonyme du côté opposé, il était permis, au premier abord, de douter qu'il fût capable d'exercer une action réelle sur la partie supérieure du thorax.

Haller, le premier, avait donc dit que le sterno-cléido-mastoïdien est inspirateur ; mais il restait à prouver que ce muscle est capable d'élever la poitrine. L'expérimentation électrique, on l'a vu précédemment, a démontré qu'il produit ce mouvement en agissant particulièrement sur le sternum et sur la clavicule ; l'observation clinique fera bientôt connaître son degré de puissance, comme inspirateur (voy. 627).

625. J'ai démontré, par des faits cliniques (voy. p. 5), que la portion claviculaire du trapèze est essentiellement inspiratrice. Mais on conçoit que l'élévation de l'épaule produite par cette portion du trapèze ne peut exercer d'action sur le thorax qu'avec le concours des muscles qui vont de l'omoplate ou de la clavicule aux côtes ; ces muscles sont le petit pectoral et le

(1) « *Omittunt hanc mastoideorum musculorum efficaciam clari viri, quotquot nunc memini me legisse omnes.* » (*Elem. physiol.*, t. III, p. 51.)

sous-clavier. J'ai constaté ce fait chez des sujets dont le petit pectoral était devenu sous-cutané, consécutivement à l'atrophie du grand pectoral. Saisissant ce muscle entre mes doigts pendant qu'ils faisaient de grands efforts d'inspirations costo-supérieures, je le sentais se gonfler. Cet état de gonflement et de tension du petit pectoral ne pouvait être attribué à son élongation qui résulte de l'élévation de l'épaule; car si je maintenais celle-ci dans l'abaissement, en appuyant sur elle, je sentais ce muscle se contracter encore, pendant l'inspiration costo-supérieure. D'ailleurs, j'ai observé ce gonflement du petit pectoral, pendant la même inspiration, bien que les élévateurs de l'épaule fussent atrophiés, ainsi que le grand pectoral. L'atrophie de ce dernier muscle permet d'appliquer directement les doigts sur le sous-clavier, alors sous-cutané. Dans ces cas aussi, j'ai senti directement le sous-clavier se gonfler et durcir, comme le petit pectoral, pendant l'inspiration costo-supérieure.

626. Bien qu'il ne m'ait pas été possible d'observer l'action du petit dentelé postérieur et supérieur, ni des surcostaux, leur disposition anatomique me les fait considérer comme des muscles qui président à l'inspiration costale. Je crois qu'ils concourent à l'inspiration costo-supérieure, dans les mêmes circonstances que les scalènes et le sterno-mastoïdien.

### § II. — Physiologie pathologique.

627. L'observation clinique démontre que la puissance inspiratrice du sterno-cléido-mastoïdien est assez grande pour suffir à une respiration très-incomplète, il est vrai, mais qui peut empêcher l'asphyxie. C'est ce qui ressort du fait que je vais relater, avec des détails que je dois en partie à l'obli-

geance de mon ami, M. Dumont Pallier, médecin des hôpitaux :

M. Siekoutowski, âgé de dix-huit ans, élève de l'école polonaise, ordinairement bien portant, entra à l'infirmerie de cette école, le 7 avril 1862, se plaignant d'une faiblesse générale des bras et des jambes et d'une grande difficulté pour respirer. Il disait qu'il était tombé sur le dos, au mois de janvier de l'année courante, en faisant de la gymnastique ; qu'il avait senti des douleurs vives dans le cou, et que ces douleurs revenaient de temps en temps ; mais qu'il n'y avait pas fait attention. — Le 9 avril, le malade ne pouvait plus se tenir debout ; l'engourdissement *des bras et des jambes était très-fort* et la *respiration plus gênée*. — Le 10 avril, les mouvements des jambes se faisaient avec une extrême difficulté, la *sensibilité de tout le corps était exagérée*, et quand on pinçait la peau des jambes et de l'abdomen, il se produisait des mouvements réflexes. On observait, en même temps, une sensibilité exagérée à la nuque, sans tumeur : douze sangsues à la nuque.— Le 11 avril, douleur, plus vive, à la nuque, constipation ; le malade eut, le soir, *une crise tétanique*, *pendant une demi-heure ; les mouvements de tête étaient très-douloureux :* douze sangsues, purgatif, calomel, frictions mercurielles le long de l'épine dorsale. — Le 13 avril, les mouvements réflexes existaient encore ; quelquefois il y avait des soubresauts ; la sensibilité était abolie dans tout le corps, jusqu'à la partie supérieure de la poitrine ; on le pinçait et il ne le sentait pas. Il était constipé et il urinait quelquefois malgré lui : vésicatoire large à la nuque. — Le 14 avril, le malade eut, pendant la soirée, *une nouvelle crise tétanique* qui dura une demi-heure ; *roideur de tout le corps*, et *respiration très-difficile ;* incontinence d'urine : calomel. — Le 16 avril, *même crise téta-*

*nique le soir*. — Le 17 avril, le malade fut un peu plus calme, mais les mouvements réflexes diminuèrent. Il resta dans cet état jusqu'au 2 juillet, jour de son entrée à l'Hôtel-Dieu, salle Sainte-Agnès, service de M. Trousseau, où il a été envoyé par M. le docteur Galinzowsky, qui a fait connaître les antécédents qui viennent d'être exposés.

J'assistais à la visite de M. Trousseau lorsque ce malade a été examiné pour la première fois. Voici, en résumé, ce que j'ai alors constaté : Tout le système musculaire de la vie de relation du tronc, des membres supérieurs et inférieurs, était frappé de paralysie. La sensibilité cutanée et musculaire était éteinte dans ces régions, et cependant les muscles avaient conservé partout leur contractilité électrique. Lorsque l'on pinçait la peau des jambes et des cuisses, il se produisait quelques contractions réflexes, mais faibles. Les muscles de la face, de la tête, de la langue, du voile du palais, du larynx, avaient conservé leur action physiologique. Dans la région cervicale, la paralysie avait épargné seulement l'action respiratrice des sterno-cléido-mastoïdiens et un peu celle des portions claviculaires des trapèzes. Voici, en effet, ce que l'on observait :

Le malade était placé dans le décubitus dorsal ; sa tête était maintenue fortement renversée en arrière, à l'aide d'un traversin passé derrière son cou. — Cette attitude de la tête était nécessaire à sa respiration qui était suspendue, dès qu'on l'inclinait un peu en avant. — A chaque mouvement inspirateur, ses sterno-cléido-mastoïdiens se contractaient avec une extrême énergie ; les portions claviculaires de ses trapèzes se contractaient faiblement et incomplétement, sans produire l'élévation des épaules ; aucun de ses autres muscles inspirateurs n'entrait en action, car je n'observais pas les signes

de l'inspiration diaphragmatique ou costo-supérieure complète, et je constatai, par le toucher, que ses muscles inspirateurs auxiliaires (les scalènes, les pectoraux, les grands dentelés, etc., restaient dans un complet relâchement. *Pendant les mouvements inspirateurs, le sternum était élevé environ de 2 centimètres et demi à 3 centimètres, entraînant après lui les côtes sternales; en même temps, il était porté en avant, et cela d'autant plus qu'on le regardait inférieurement; il en résultait un agrandissement du diamètre antéro-postérieur de la poitrine, plus prononcé en bas qu'en haut, et sans augmentation appréciable de son diamètre transversal.*

La capacité thoracique était évidemment augmentée, pendant les mouvements inspirateurs, beaucoup moins que par l'inspiration costo-supérieure que l'on observe, lorsque le diaphragme est paralysé. Aussi l'hématose se faisait-elle mal; les lèvres et la face étaient cyanosées; la respiration était fréquente et l'inspiration plus longue que l'expiration qui avait lieu brusquement.

Malgré l'état de demi-asphyxie par insuffisance de l'expansion des parois thoraciques, notre jeune malade vécut encore plusieurs semaines, ne respirant qu'avec ses sterno-cléido-mastoïdiens; son intelligence était intacte: il répondait bien aux questions qu'on lui adressait, mais sa phonation était faible, fatigante, en raison de l'insuffisance de sa respiration. Il n'avait pas de fièvre; son appétit s'était maintenu; ses digestions étaient régulières, bien que ses urines et ses garde-robes fussent involontaires. Une eschare qui était apparue au sacrum s'éliminait, et les parties mises à nu se recouvraient de bourgeons charnus, lorsque, le 23 août, survinrent des accidents cérébraux : inégalité et largeur des pupilles; gémissements de forme cérébrale et grincement des dents, taches

cérébrales sur la peau ; pouls lent, régulier ; secousses convulsives dans les bras, contracture des sterno-mastoïdiens, état de torpeur ; le malade ne répondait plus aux questions qu'on lui adressait. Il a succombé le 23 août, dans la soirée.

A l'autopsie, on a trouvé en dehors des membranes et en avant de la moelle, sur la partie postérieure du corps des deuxième et troisième vertèbres cervicales, *une masse blanchâtre de* 13 *centimètres de hauteur, assez semblable à de la matière tuberculeuse ramollie. A ce niveau, la moelle est également ramollie, dans l'étendue d'environ* 4 *centimètres, et elle est grisâtre.* Cerveau et cervelet à l'état normal. Il existait des masses tuberculeuses dans le médiastin.

628. Il était ressorti de mes expériences que la puissance de la contraction électro-musculaire produite par l'excitation électrique ne saurait égaler celle de la contraction volontaire ou instinctive ; le fait que je viens de relater en est un exemple, puisque, comme je l'ai déjà dit (p. 604), quelque intense que fût le courant, je n'ai pu obtenir, par la faradisation des sterno-cléido-mastoïdiens, qu'un mouvement assez limité d'élévation du sternum et de la partie supérieure de la cage thoracique.

629. Une expérience qui a été faite sur le malade dont il vient d'être question me semble prouver que le besoin de respirer doit être assez grand pour produire cette contraction instinctive du sterno-cléido-mastoïdien.

Dans le but de compléter l'hématose, j'avais proposé à M. Trousseau de faire contracter le diaphragme de ce sujet par la faradisation de ses nerfs phréniques, en imitant la respiration naturelle. A l'instant où cette respiration artificielle fut pratiquée, la cyanose disparut ; le malade éprouva un

grand bien-être. Elle fut continuée pendant un quart d'heure. Renouvelée de temps à autre par le chef de clinique, elle contribua, sans aucun doute, à prolonger son existence. Mais lorsqu'elle fut suspendue, les lèvres perdirent, en quelques secondes, leur teinte rosée et revinrent peu à peu violacées, bleuâtres; après une dizaine de secondes, les sterno-cléido-mastoïdiens recommencèrent à se contracter faiblement d'abord, sans produire l'élévation du sternum, et bientôt après énergiquement, plus rapidement et presque convulsivement, quand la semi-asphyxie fut arrivée à un certain degré.

630. Le sterno-cléido-mastoïdien ne peut agir sur la poitrine, comme inspirateur, que si la tête est solidement maintenue dans l'extension sur le tronc. Or chez ce malade dont les muscles extenseurs de la tête étaient paralysés, les sterno-cléido-mastoïdiens qui fléchissent puissamment la tête n'auraient pu produire l'élévation du sternum et de la partie supérieure du thorax, c'est-à-dire les mouvements inspirateurs, s'ils n'avaient pas perdu le pouvoir de fléchir la tête, lorsqu'elle se trouvait très-renversée en arrière, attitude dans laquelle il fallait que sa tête fût placée, on se le rappelle, pour que la respiration fût possible. Or, dans cette attitude, on ne peut obtenir la flexion de la tête par la faradisation des sterno-cléido-mastoïdiens (voy. page 11). Ici donc encore l'observation clinique confirme un fait mis en lumière par l'expérimentation.

631. Mais comme, lorsqu'à l'état normal les sterno-cléido-mastoïdiens concourent à l'inspiration costo-supérieure, et lorsque la tête ne se renverse pas ou se renverse très-peu en arrière, ces muscles en produiraient la flexion, si elle n'était maintenue dans la position fixe par la contraction synergique

de ses extenseurs. J'ai constaté, en effet, que, dans les fortes inspirations costo-supérieures, les splénius antagonistes des sterno-cléido-mastoïdiens se contractent synergiquement avec ces derniers (peut-être d'autres extenseurs de la tête entrent-ils aussi en action; je n'ai pu le constater).

Si notre malade avait conservé l'action de ses muscles extenseurs de la tête, il n'aurait pas été, sans doute, forcé de la faire placer dans un aussi grand renversement en arrière, afin que ses sterno-cléido-mastoïdiens eussent une action élévatrice sur le thorax.

En voici la preuve. J'ai donné des soins à un malade dont les membres supérieurs et inférieurs étaient paralysés, ainsi que ses muscles intercostaux, ses pectoraux, son grand dorsal, son grand dentelé, son trapèze et son rhomboïde, en un mot, presque tous les muscles qui reçoivent leur innervation au-dessous de la portion cervicale de la moelle; cet individu pouvait contracter tous les muscles moteurs de la tête sur le tronc, l'infléchir ou l'étendre fortement. Lorsqu'il respirait naturellement, je n'observais, pendant son inspiration, que les mouvements propres à l'action du diaphragme; mais si je l'engageais à faire de grandes inspirations, aux mouvements diaphragmatiques s'ajoutait l'élévation de la partie supérieure du thorax, que l'on a vue se produire plus haut, sous l'influence de la contraction isolée du sterno-cléido-mastoïdien qui se contractait très-énergiquement, sans que sa tête se renversât. Mais alors je sentais ses splénius se gonfler et durcir; je voyais aussi se contracter les portions claviculaires de ses trapèzes qui, on le sait, produisent l'extension de la tête, lorsqu'ils se contractent simultanément de chaque côté (voy. art. I<sup>er</sup>, *Trapèze*, p. 1). On comprend que par la contraction synergique de tous ces mus-

cles, pendant l'inspiration costo-supérieure, la tête puisse être maintenue solidement entre la flexion et l'extension, et servir de point fixe aux sterno-cléido-mastoïdiens, pour leur fonction inspiratrice.

Il ressort donc de ce qui précède que les extenseurs de la tête, et surtout les splénius, doivent être rangés parmi les inspirateurs, comme fixateurs de la tête, pendant l'action inspiratrice des sterno-cléido-mastoïdiens.

632. Pour bien observer toute la puissance dont jouissent les scalènes, comme inspirateurs, il faudrait qu'ils se trouvassent dans les mêmes conditions que les sterno-cléido-mastoïdiens dont je viens de faire connaître l'action isolée, c'est-à-dire que, pour cela, le diaphragme, les intercostaux et les muscles inspirateurs auxiliaires devraient être paralysés. Un fait clinique semblable ne s'est pas encore offert à mon observation; je n'ai pas l'espoir de le rencontrer. Une lésion anatomique spinale ne saurait, en effet, le produire; car si elle était située au-dessous de l'origine des filets nerveux qui sont destinés aux scalènes, le diaphragme et les sterno-cléido-mastoïdiens jouiraient de leur mobilité aussi bien que les scalènes.

Il n'est pas besoin, du reste, de l'observation clinique pour voir que ces derniers muscles sont congénères des sterno-cléido-mastoïdiens comme inspirateurs. La puissance avec laquelle les scalènes agissent sur le thorax est, sans aucun doute, au moins égale à celle des sterno-cléido-mastoïdiens; ils doivent donc produire, comme eux, l'élévation du sternum et de la partie supérieure de la poitrine.

633. En résumé, classant les muscles inspirateurs suivant un ordre hiérarchique, en d'autres termes, suivant leur degré d'utilité ou d'importance :

1° Je mets au premier rang le diaphragme, parce qu'en produisant l'inspiration abdominale et costo-inférieure il développe verticalement le poumon, agrandit ses diamètres transversal et antéro-postérieur, dans son tiers inférieur; parce qu'en produisant cet agrandissement considérable du poumon il suffit à l'hématose et la phonation modérée, nécessaire à l'usage de la parole, sans l'intervention des autres muscles inspirateurs; parce que ce muscle fonctionne toujours seul, pendant l'inspiration ordinaire, chez l'homme à l'état normal et même chez la femme, lorsque sa respiration diaphragmatique n'est pas gênée par le corset; enfin parce que, sans lui, l'hématose est incomplète, et que la vie est mise en danger par la plus légère affection bronchique, la phonation faible, la parole fatigante ou incessamment entrecoupée par des silences forcés.

2° Les intercostaux internes sont liés essentiellement à l'inspiration, parce qu'ils président à l'inspiration costale, c'est-à-dire à l'agrandissement transversal et antéro-postérieur de la poitrine, qui se produit pendant l'inspiration, dès que la respiration diaphragmatique est gênée ou insuffisante ; parce que, dans leur ensemble, ils sont, pour les poumons, une paroi mobile, solidement constituée par deux plans musculaires, avec intersection osseuse, plans musculaires à fibres obliques en sens contraire, entrecroisées, agissant comme un seul muscle dont la force tonique est la seule qui soit destinée à maintenir la capacité normale du thorax, en neutralisant la force rétractile ou antagoniste de l'élasticité des poumons et de l'irritabilité bronchique.

Malgré ces fonctions importantes qui doivent les faire considérer comme des muscles essentiels à l'inspiration, leur utilité ne saurait être comparée à celle du diaphragme; car

ils ne peuvent suffire, comme lui, à l'hématose et à la phonation nécessaire à la parole ordinaire, alors même que les muscles inspirateurs auxiliaires leur viennent en aide; car ils ne sont appelés à fonctionner, pendant la respiration, que si l'inspiration diaphragmatique est gênée ou insuffisante, par exemple, après une course, une marche rapide, un effort quelconque, une affection bronchique, pulmonaire, etc.

On a dit que, chez certaines personnes, la respiration était costo-supérieure; on aurait eu tort d'entendre par là que l'inspiration diaphragmatique est alors suspendue, cela n'a jamais et ne peut pas avoir lieu à l'état normal. Dans cette dernière circonstance, aux types abdominal et costo-inférieur, qui appartiennent à l'inspiration diaphragmatique, vient se joindre le type costo-supérieur, produit principalement par les muscles intercostaux.

3° Au troisième rang des muscles inspirateurs viennent se placer les scalènes, les sterno-cléido-mastoïdiens, les extenseurs de la tête, principalement les portions claviculaires des trapèzes et les splénius (dont le concours est nécessaire à ces derniers, comme fixateurs de la tête, pendant l'inspiration costo-supérieure). Leur utilité ne saurait être contestée aujourd'hui qu'il est démontré que ces muscles peuvent, isolément, élever jusqu'à 2 centimètres et demi le sternum et conséquemment la partie supérieure de la cage thoracique. Ajoutons enfin que l'on voit toujours les scalènes concourir à l'inspiration costo-supérieure, et souvent avec les sterno-cléido-mastoïdiens et les portions claviculaires des trapèzes, lorsque la respiration exige un peu d'effort. Mais leur utilité n'est pas comparable à celle des intercostaux, car on a vu que les sujets dont l'inspiration ne peut être opérée que par eux sont dans un état de demi-asphyxie. Enfin leur action peut

être abolie, sans que ni l'inspiration costo-supérieure ni la forme du thorax s'en trouvent affectées d'une manière appréciable; ce qui me les a fait considérer comme des muscles auxiliaires de l'inspiration.

4° Restent les grands dentelés, les pectoraux et les sous-claviers qui occupent le quatrième et dernier rang parmi les inspirateurs. Je ne les ai jamais vu agir, comme auxiliaires de l'inspiration costo-supérieure, que dans les grands efforts de la respiration. Aussi sont-ils les respirateurs auxiliaires les moins importants.

## ARTICLE IV.

### MUSCLES EXPIRATEURS.

L'expiration est commandée : 1° par des forces expiratrices extrinsèques, exerçant leur action sur les parois thoraciques et diaphragmatiques; 2° par des forces expiratrices intrinsèques, inhérentes au poumon. Les premières appartiennent aux muscles abdominaux, aux petits dentelés postérieurs, inférieurs, aux triangulaires du sternum, et à l'élasticité des côtes; les secondes dépendent de la contractilité bronchique et de l'élasticité du poumon.

Il ne sera question dans cet article que des muscles expirateurs.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

Le grand oblique et le droit de l'abdomen étant sous-cutanés, les expériences électro-physiologiques que j'ai faites sur ces muscles ont été faciles. J'ai choisi de préférence des sujets maigres et anesthésiques. Quant au petit oblique et

au transverse, l'atrophie musculaire progressive m'a offert plusieurs fois l'occasion d'étudier, à l'aide de la faradisation, leur action isolée. Cette maladie procède, pour les muscles des parois abdominales, de la même manière que pour les autres muscles du tronc; elle détruit d'abord les muscles de la couche superficielle, puis ceux de la couche moyenne, et enfin ceux de la couche profonde, de telle sorte qu'à un moment donné chacun de ces muscles peut devenir sous-cutané.

I. *Grand oblique.* — Sous l'influence de la faradisation du grand oblique :

1° La paroi abdominale du côté excité est attirée obliquement de bas en haut et de dedans en dehors, vers les attaches supérieures de ce muscle, et l'ombilic est entraîné dans ce mouvement.

2° En même temps, la paroi abdominale est déprimée, ainsi que les fausses côtes auxquelles ce muscle s'attache ;

3° Au maximum de contraction, le tronc est un peu incliné en avant et en dehors, et la poitrine exécute un léger mouvement de torsion, du côté opposé, sur la partie inférieure du tronc.

4° Lorsque les deux grands obliques sont excités simultanément et énergiquement, la paroi abdominale, attirée, de chaque côté, obliquement de dedans en dehors et de bas en haut, est fortement tendue et déprimée, ainsi que les fausses côtes auxquelles ces muscles s'insèrent, et le tronc est fortement incliné en avant; la région épigastrique n'est plus soulevée alors pendant l'inspiration, la base de la poitrine est maintenue abaissée et resserrée, enfin la respiration est gênée et devient costo-supérieure.

II. *Petit oblique.* — Par la faradisation du petit oblique, la paroi abdominale est déprimée du côté excité et attirée de

haut en bas et de dedans en dehors ; elle est déprimée, ainsi que la base du thorax, du côté excité ; en même temps, le tronc est légèrement incliné latéralement en avant.

Pendant la faradisation de ce muscle l'inspiration diaphragmatique ne soulève la région épigastrique que du côté opposé, et la respiration est gênée.

III. *Transverse.* — Le transverse attire la paroi abdominale de son côté directement en dehors et la déprime fortement.

IV. *Droit de l'abdomen.* — Chez les sujets très-maigres, on voit que les différentes portions du droit de l'abdomen peuvent être mises individuellement en contraction. Les deux portions supérieures de ce muscle attirent la paroi abdominale de bas en haut, vers le sternum ; ses portions inférieures l'attirent de haut en bas vers le pubis ; l'ombilic suit ces mouvements en sens contraire.

Lorsqu'on fait contracter à la fois toutes les portions de ce muscle, la partie médiane de la paroi abdominale en rapport avec elle est attirée vers ses attaches supérieures et inférieures, et se tend et déprime puissamment les viscères abdominaux ; alors le tronc est fortement fléchi en avant, et la région épigastrique ne se soulève pas pendant l'inspiration diaphragmatique ; le mouvement d'expansion de la base du thorax est gêné.

V. Je n'ai pas eu l'occasion de faire des expériences sur les autres muscles expirateurs extrinsèques.

Quant aux expirateurs intrinsèques (les muscles bronchiques), ils sont inaccessibles à l'électrisation directe, sur l'homme vivant.

B. — Remarques.

634. La paroi abdominale, ainsi que les expériences précédentes viennent de le démontrer, est attirée du centre vers la périphérie, par la contraction simultanée de ses muscles, c'est-à-dire de bas en haut et de dedans en dehors par les grands obliques, de haut en bas et de dedans en dehors par les petits obliques; de dedans en dehors par les transverses; enfin, de bas en haut par la moitié supérieure du droit de l'abdomen, et de haut en bas par sa moitié inférieure.

Non-seulement elle est ainsi tendue, à la manière d'un tambour, mais elle est en même temps déprimée, surtout par les transverses, de telle sorte que sa surface en est aplatie et peut devenir concave en avant.

635. Ces expériences électro-physiologiques m'ont démontré avec quelle puissance les muscles abdominaux peuvent produire l'expiration. Il suffisait, en effet, qne je maintinsse l'un des grands obliques en contraction, à l'aide d'un courant un peu intense, pour que, du côté excité, la paroi abdominale et la base du thorax déprimées ne pussent être soulevées pendant l'inspiration, quelque grands que fussent les efforts inspirateurs faits par le sujet; aussi la respiration était-elle très-gênée et devenait-elle costo-supérieure.

Ces troubles fonctionnels de la respiration étaient bien plus considérables, lorsque je maintenais simultanément les deux grands obliques en contraction; la gêne de la respiration était alors extrême et la phonation à peu près nulle.

Je dois faire observer que ces troubles fonctionnels ne pouvaient être attribués à la douleur produite par ces expériences, car elles ont été faites chez des sujets anesthésiques.

Inutile de dire que s'il m'avait été possible de mettre à la

fois en contraction tous les muscles de l'abdomen, les troubles de la respiration eussent été encore plus considérables, surtout parce que les transverses de l'abdomen dépriment bien plus la paroi abdominale que les muscles grands et petits obliques et droit de l'abdomen.

Tout le monde comprend que ces désordres fonctionnels de la respiration résultent de la gêne extrême occasionnée, dans l'inspiration diaphragmatique, par la contraction des muscles abdominaux. En effet, la paroi abdominale, fortement déprimée par la contraction de ces muscles, refoule de bas en haut les viscères abdominaux qui, en s'opposant à l'abaissement du diaphragme, empêchent l'agrandissement du diamètre vertical des poumons; en outre le resserrement de la base du thorax qui résulte de cette contraction ne permet pas l'augmentation des diamètres transversal et antéro-postérieur des poumons.

636. On sait que les bronches sont pourvues de muscles à fibres lisses, qui ont été les mieux décrits, sinon découverts par Reisseisen (1), et qui, après avoir tapissé la portion membraneuse de la trachée et des grosses bronches, se prolonge dans toute l'étendue des divisions bronchiques. Suivant Kölliker, « comme on les retrouve encore sur des rameaux de un cinquième à un sixième de millimètre de diamètre, il est probable qu'ils s'étendent jusqu'aux lobules pulmonaires » (2).

Les fibres de cette couche musculaire bronchique, qui étaient rectilignes et transversales sur la trachée et les grosses bronches, deviennent annulaires et forment un cylindre complet, analogue à celui que constituent les fibres circulaires de

(1) *De structura pulmonum commentatio*, p. 9, 1822.

(2) *Éléments d'histologie humaine*, traduction de MM. Béraud et Sée. 1856, p. 16.

l'*intestin*. Cette disposition anatomique devait faire pressentir que ces muscles sont constricteurs des bronches, qu'ils sont, en d'autres termes, des expirateurs intrinsèques. Il a été démontré en effet, par des expériences électro-physiologiques, faites directement sur les poumons tirés promptement de la poitrine des animaux vivants, que telle est l'action propre de ces muscles bronchiques. J'ai répété toutes ces expériences; elles ont confirmé pleinement ce fait physiologique, à savoir que ces muscles resserrent les canaux bronchiques et surtout les petites bronches membraneuses que j'ai vu, pendant le passage d'un courant, se resserrer au point d'effacer complétement leur diamètre. — De telles expériences, impraticables chez l'homme vivant, pourraient être faites sur des suppliciés.

La physiologie expérimentale ne me paraît pas encore avoir dit son dernier mot sur la puissance réelle des muscles bronchiques. Les expériences qui ont été faites dans le but de rechercher le degré de cette puissance, ne peuvent en donner une idée. Et puis, ne sait-on pas que l'électrisation des pneumogastriques, pratiquée, dans le même but, d'un côté par MM. Ch. Williams (1), Longet (2), Wolkmann, Knaut, de l'autre par MM. Wintrich (3) et Donders, ont donné des résultats contradictoires?

L'observation clinique, heureusement, résoudra bientôt cette question.

(1) Ch. Williams, *Pathology and diagnosis of diseases of the chest*, 4e édition. London, 1840.

(2) *Note sur une nouvelle cause d'emphysème pulmonaire* ; communication faite à l'Académie des sciences.

(3) *Handbuch der Pathologie*, von Virchow, t. V. Erlangen, 1854.

### § II. — Physiologie pathologique.

637. Les contractures ou spasmes des muscles abdominaux montrent l'action individuelle de ces muscles et permettent d'apprécier quel est leur degré de puissance.

J'ai été consulté par une femme dont les muscles du tronc se contractaient spasmodiquement et partiellement, ils restaient ainsi contracturés, de quelques secondes à une demi-minute environ, sans produire des douleurs. J'ai pu observer ainsi que l'action propre des pectoraux, du grand dorsal, du grand dentelé et de chacun des muscles abdominaux était absolument semblable à celle que j'ai obtenue par l'expérimentation électro-musculaire. Souvent tous ses muscles abdominaux se contracturaient à la fois; alors sa colonne vertébrale était infléchie en avant, dans la région lombaire; sa paroi abdominale, fortement déprimée, refoulait de bas en haut ses viscères abdominaux qui s'opposaient à l'abaissement du diaphragme; la partie inférieure de sa poitrine était maintenue resserrée et immobile, malgré les grands efforts inspirateurs auxquels elle se livrait; l'agrandissement du diamètre vertical du poumon et des diamètres transversaux et antéro-postérieurs de sa partie inférieure étant ainsi très-limité, sinon empêché, sa respiration devenait costo-supérieure et se faisait avec de grands efforts, à l'aide non-seulement de ses intercostaux, mais aussi de ses muscles inspirateurs auxiliaires. La malade disait qu'alors elle étouffait; l'insuffisance de l'hématose se manifestait par la coloration violacée de sa face. Je dois dire ici que la contracture des muscles abdominaux ne saurait produire l'asphyxie, comme la contracture du diaphragme.

Les contractures partielles des muscles abdominaux troublaient moins la respiration de cette femme. Cependant voici un fait clinique qui montre combien la respiration devient pénible, lorsque ces contractures partielles sont trop prolongées ou se renouvellent fréquemment.

J'ai observé, avec feu M. Gimelle, membre de l'Académie de médecine, un malade qui était atteint d'une singulière névrose de la respiration. A chaque inspiration, les muscles gauches et son abdomen se contractaient fortement sans douleurs, déprimaient l'abdomen, et inclinaient le tronc de ce côté, et occasionnaient une grande gêne de la respiration (1).

638. De même que la force tonique des intercostaux qui sont dilatateurs de la paroi thoracique, en d'autres termes, inspirateurs, conserve à la poitrine sa capacité normale, en neutralisant l'action rétractile de l'élasticité du poumon et de l'irritabilité bronchique (voy. 613), de même la force tonique des muscles de l'abdomen donne à la paroi abdominale assez de résistance pour ne pas se laisser distendre ou dilater par les viscères abdominaux. L'observation clinique, on va le voir, met ce fait en évidence.

J'ai démontré que, pendant la respiration diaphragmatique, les côtes auxquelles s'insère le diaphragme sont élevées, et que la base de la poitrine est agrandie par la contraction énergique de ce muscle (voy. 586 et 587). Ce mouvement des côtes est dû à la résistance opposée par les viscères abdominaux à l'abaissement du diaphragme. Mais la paroi abdominale a-t-elle perdu la force tonique de ses muscles, elle se laisse dila-

(1) J'ai rangé ce genre de spasme dans les spasmes fonctionnels. Voyez *De l'électrisation localisée*, 2e édition, observat. CCXXVII, p. 931.

ter par les viscères refoulés en bas par l'abaissement du diaphragme, et celui-ci ne trouvant plus un point d'appui assez puissant sur ces viscères pour élever les côtes et conséquemment agrandir la base du thorax, resserre cette base, au contraire, comme lorsqu'il y a éventration.

Voici quelques faits cliniques à l'appui des assertions :

Un enfant avait été atteint, vers l'âge de six mois, d'une paralysie atrophique généralisée qui avait détruit un certain nombre de muscles des membres et de l'abdomen du côté droit. Il me fut présenté âgé d'environ cinq ans. Lorsqu'il respirait tranquillement, la paroi droite de son abdomen était soulevée, pendant l'inspiration, par les viscères abdominaux qui faisaient hernie. La base de sa poitrine était resserrée. Pendant l'expiration, au contraire, la hernie viscérale disparaissait.

Le mécanisme des mouvements respiratoires anormaux de la paroi abdominale s'explique ici de la manière suivante : Pendant l'inspiration, l'abaissement du diaphragme refoulait en bas les viscères qui soulevaient le côté droit de l'abdomen, parce que la paroi abdominale, de ce côté, ayant perdu sa force tonique musculaire, n'offrait plus de résistance. En outre, le diaphragme ne trouvant plus de point d'appui sur les viscères, s'abaissait considérablement, ne pouvait plus élever les côtes sur lesquelles il s'insère, et il exerçait sur elles une action concentrique, en les attirant transversalement de dehors en dedans, vers le centre phrénique.

J'ai observé ce même phénomène, chez des adultes dont les muscles abdominaux et intercostaux étaient paralysés. Pendant l'inspiration diaphragmatique (la seule qui pût se faire), le soulèvement de la paroi abdominale n'était plus limité à la région épigastrique, comme dans les conditions normales; il

était général, cette paroi était soulevée en masse, et la base du thorax resserrée.

La paroi abdominale, qui a perdu la force tonique de ses muscles, se laisse distendre par les viscères incessamment refoulés en bas, pendant les mouvements respiratoires et aussi par la force expansive des gaz intestinaux ; l'abdomen prend un volume considérable, comme on le voit dans la figure 10.

639. Est-il besoin de dire que dans ces conditions, les sujets sont exposés à des hernies, surtout lorsque les muscles abdominaux sont atrophiés partiellement. Mais alors ces hernies qui augmentent pendant l'inspiration, ainsi que je l'ai démontré ci-dessus, deviennent encore plus considérables, lorsque l'expiration est faite avec effort, pendant les cris, par exemple.

Ainsi chez l'enfant dont j'ai rapporté l'observation ci-dessus et dont les muscles abdominaux étaient atrophiés à droite, la hernie viscérale était plus considérable lorsqu'il criait. Les muscles abdominaux expirateurs, intacts à gauche, déprimaient fortement, de ce côté, la paroi abdominale qui, au contraire, était soulevée énormément, à droite, par les viscères refoulés. Ses cris étaient-ils faibles, parce que les viscères trouvant une issue de ce côté droit de la paroi abdominale, ne pouvaient refouler assez puissamment le diaphragme de bas en haut.

640. J'ai observé des sujets chez lesquels l'atrophie musculaire graisseuse progressive avait détruit les muscles de l'abdomen, les plus puissants des expirateurs extrinsèques, et cependant je n'ai pas remarqué qu'ils en éprouvassent le moindre trouble dans la respiration ordinaire.

La femme qui est représentée dans la figure 10 et dont il a déjà été question dans la première partie, page 44, en était

un exemple remarquable. Ses muscles abdominaux étaient atrophiés, du moins aucun d'eux ne répondait à l'excitation électrique, et ne se contractait volontairement; cependant, malgré la perte de ces muscles, elle n'éprouvait de gêne appréciable ni dans la respiration, ni dans la phonation pour l'exercice de la parole.

Mais l'expiration exigeait-elle quelques efforts, l'absence des muscles de l'abdomen se faisait sentir; la voix était un peu faible dans le cri, le chant, etc.; le sujet avait de la peine à se moucher et à se débarrasser des mucosités bronchiques, car ses mouvements expirateurs ne se faisaient pas avec assez de force.

Il ressort donc des faits cliniques que j'ai observés, que, pendant l'expiration, les muscles abdominaux se contractent seulement lorsqu'elle exige de grands efforts; que leur concours est absolument nécessaire dans le cri et le chant.

Tout le monde peut du reste constater que, dans les conditions normales, ces muscles restent étrangers à la respiration ordinaire.

Les auteurs avaient reconnu que ces muscles n'agissaient comme expirateurs que dans les grands efforts; l'observation clinique vient confirmer leur opinion et fait ressortir leur degré d'utilité, dans le cri, le chant, etc.

641. L'expérimentation électro-physiologique, faite directement sur les poumons, a mis en évidence l'action expiratrice des muscles bronchiques, en montrant que, sous l'influence du courant électrique, elle va jusqu'à resserrer les bronches membraneuses, au point d'effacer complétement leur diamètre.

A en croire la physiologie expérimentale, la force expiratrice due à l'action de ces muscles égaliserait à peine le

cinquième de la force élastique du poumon. On pourrait en conclure que le concours des muscles bronchiques, dans l'acte de la respiration, est de peu d'utilité. Les faits cliniques que j'ai analysés avec le plus grand soin vont démontrer au contraire que la force de ces muscles doit être bien grande, et qu'ils jouent un rôle important dans l'expiration.

L'un des phénomènes qui apparaît le plus constamment, à des degrés divers, dans une maladie que j'ai décrite il y a quelques années (1), que j'appelle aujourd'hui, avec mon savant ami M. le professeur Trousseau, *paralysie glosso-labio-laryngée*, et dont j'ai recueilli 31 cas, c'est le grand affaiblissement et la brièveté de l'expiration, contrastant avec la force des muscles, qui président aux mouvements de l'expiration et avec l'intégrité apparente des organes respiratoires. En effet, lorsque j'ai fait respirer largement les sujets atteints de cette affection, j'ai vu, pendant l'inspiration, la capacité de leur cage thoracique augmenter considérablement, et la région épigastrique se soulever, par la contraction de leur diaphragme et de leurs intercostaux ; s'ils voulaient expirer avec effort, leurs muscles abdominaux se contractaient énergiquement, et cependant leur poitrine ne pouvait expulser qu'une petite quantité d'air et se vidait brusquement.

Aussi, quelque effort qu'ils fissent, leur souffle était tellement faible qu'ils n'auraient pu éteindre une bougie; ils avaient à peine la force de se moucher ou de cracher. J'en ai vu dont la vie était mise en péril par une simple bronchite, parce qu'ils n'avaient pas assez de force expiratrice pour

(1) *Paralysie progressive de la langue, du voile du palais et des lèvres* (*Archives générales de médecine*, numéros de septembre et octobre, 1860).

débarrasser leurs bronches des mucosités qui s'y accumulaient. Il n'existait pas de paralysie du larynx; la phonation était seulement affaiblie, en raison directe de la faiblesse de l'expiration. En somme, dans tous les cas que j'ai observés, l'inspiration normale faisait entrer un grand volume d'air dans les poumons, tandis que l'expiration, faible et courte, n'en expulsait qu'une petite portion. L'hématose n'en paraissait pas altérée; mais les malades éprouvaient une sensation d'anxiété difficile à exprimer. Ils disaient qu'après avoir expiré leur poitrine restait comme pleine.

Quelle pouvait être la cause d'un pareil phénomène morbide? Le murmure respiratoire normal indiquait qu'il n'existait aucun obstacle à l'entrée ou à la sortie de l'air; en outre, — je l'ai déjà dit, — les muscles de l'abdomen (expirateurs) possédaient toute leur puissance. Je ne pouvais enfin songer à attribuer cette faiblesse de l'expiration à une diminution de la force élastique du poumon, l'une des forces extrinsèques et essentielles de l'expiration, mais qui est passive, invariable pendant la vie, et qui ne diminue que par le marasme simple, par l'extension exagérée des cellules pulmonaires, comme dans l'emphysème vésiculaire, et par l'infiltration plastique des cellules.

Aucune de ces conditions pathologiques n'existant chez les malades dont il vient d'être question, il ne me restait plus qu'à rechercher si un état morbide quelconque des muscles bronchiques n'était pas la cause unique des désordres de l'expiration.

Je ne pouvais admettre qu'un spasme de ces muscles, qui en fermant les petites bronches ou en diminuant leur calibre, aurait mis obstacle à l'entrée de l'air, pendant l'inspiration, et l'aurait rendue laborieuse et sifflante, car, ainsi que je l'ai

déjà dit, l'inspiration était facile, et le murmure vésiculaire était normal.

Restait donc l'hypothèse d'une paralysie des muscles bronchiques, hypothèse qui seule me parut rationnelle, car elle pouvait me rendre compte des troubles fonctionnels expiratoires, dont voici en résumé le mécanisme.

Les malades dont il vient d'être question peuvent inspirer sans effort une grande quantité d'air; mais lorsqu'ils expirent, cet air est seulement expulsé des cellules aériennes, par la force élastique, tandis que, par le fait de la paralysie des muscles bronchiques, l'air contenu dans les rameaux et ramuscules bronchiques qui restent inertes, et sur lesquels la force élastique a épuisé son action, cet air, dis-je, n'est pas expiré. Or, le volume d'air qui remplit seulement les petites bronches membraneuses est considérable, car le nombre de ces dernières est énorme (1).

Le séjour trop prolongé dans les bronches, de cet air qui n'est plus respirable, est la cause de la sensation d'anxiété que produit le besoin d'un nouvel air pour les poumons, sensation dont se plaignent si vivement les malades, et dont on peut se faire une idée en expirant seulement la moitié de l'air qu'on vient d'inspirer.

Enfin, la colonne d'air expulsée par la force élastique, et même à l'aide de la contraction énergique des muscles de l'abdomen, sort faiblement des voies aériennes, parce que

(1) Pour s'en rendre compte, il suffit de se rappeler qu'un seul lobule pulmonaire, d'un centimètre carré environ, se compose de quinze à vingt lobules primitifs; qu'un rameau bronchique membraneux, d'un millimètre à un millimètre et demi de diamètre et de 18 à 20 millimètres de longueur, arrive à chaque lobule pulmonaire et se continue, en se ramifiant, dans l'intérieur du lobule et en envoyant un ramuscule à chaque lobule primitif.

les muscles bronchiques, qui sans doute augmentent puissamment la force de l'expiration, sont paralysés.

642. L'analyse de ces faits cliniques qui s'étaient toujours présentés de la même manière, jusqu'à des degrés divers, chez mes trente et un malades, m'avaient pénétré de l'exactitude de la théorie que je viens d'exposer, et m'avaient fait entrevoir la probabilité d'une lésion organique du nerf qui préside aux mouvements des muscles bronchiques, de même que la paralysie de la langue, qui s'observe dans cette même maladie, m'avait fait aussi prévoir l'existence d'une altération du grand hypoglosse. Mon hypothèse s'est trouvée réalisée par l'examen nécroscopique qui a montré que la lésion anatomique centrale de la paralysie glosso-labio-laryngée est caractérisée par une atrophie du nerf spinal, des raies du grand hypoglosse, et par la sclérose du bulbe rachidien, avec production de corpuscules amyloïdes nombreux. — Il a été constaté aussi que le poumon n'avait pas perdu sa force élastique.

En somme, il résulte de l'ensemble de ces faits cliniques, que les muscles bronchiques doivent concourir puissamment à l'expiration; que l'action de ces muscles à fibres lisses peut être affaiblie ou paralysée, consécutivement à une lésion nerveuse; enfin, que la force des muscles bronchiques et de l'élasticité du poumon est la force expiratrice essentielle, et qu'elle suffit à l'expiration ordinaire, tandis que les muscles expirateurs extrinsèques ne sont que des expirateurs auxiliaires qui agissent seulement dans les efforts expirateurs.

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL

### MOUVEMENTS DE LA RESPIRATION.

#### A. — Diaphragme.

I. La divergence d'opinions qui règne parmi les auteurs sur l'action propre du diaphragme a rendu nécessaires les recherches électro-physiologiques que j'ai faites sur les fonctions de ce muscle (voy. § I, *Coup d'œil historique*, p. 612).

II. Il ressort de toutes mes expériences faites sur l'homme et sur les animaux vivants ou morts, que la contraction du diaphragme provoquée par l'électrisation du nerf phrénique, communiquant ou non avec l'arbre nerveux, produit l'élévation des côtes diaphragmatiques et leur mouvement en dehors, lorsque les parois abdominales sont intactes. On voit aussi, dans ces expériences, le diamètre antéro-postérieur de la base du thorax s'agrandir, mais d'une manière à peine sensible (voy. 586, 587, 588, 589, 590). Dans certains cas, le mouvement excentrique des côtes inférieures est communiqué aux côtes supérieures (voy. 591).

L'observation clinique a confirmé les faits démontrés par ces expériences électro-physiologiques sur l'action propre du diaphragme (voy. 602).

III. Si l'animal a été éventré et que ses viscères abdominaux aient été abaissés, la contraction isolée du diaphragme attire les côtes diaphragmatiques dans une direction opposée, c'est-à-dire en dedans (voy. 593).

IV. Bien que le diaphragme, dès qu'il a perdu ses rapports de contiguïté avec les viscères abdominaux, devienne expi-

rateur, quant aux mouvements qu'il imprime aux côtes inférieures, il n'en agrandit pas moins encore, en s'abaissant, le diamètre vertical de la poitrine (voy. 594).

L'abaissement du centre phrénique est alors assez limité, et, au maximum de contraction, le diaphragme prend la forme d'un cône tronqué, mais il ne devient pas convexe en bas, comme le croyait Haller (595).

V. Le mouvement concentrique de la partie inférieure de la poitrine, que l'on observe, pendant la contraction du diaphragme, après l'ouverture de l'abdomen et l'abaissement des viscères, prouve, contrairement à l'opinion de MM. Beau et Maissiat, que le péricarde n'offre pas au diaphragme un point d'appui qui lui permette de produire l'expansion des côtes auxquelles il s'insère (voy. 598).

Les mouvements en sens contraire de la base de la poitrine, suivant que les viscères abdominaux sont ou non abaissés, au moment de la contraction du diaphragme, démontrent, ainsi que l'avait pressenti Magendie, que l'expansion des côtes inférieures par la contraction physiologique du diaphragme est due au point d'appui que ce muscle prend alors sur les viscères abdominaux (voy. 599).

VI. Ce point d'appui ne pourrait favoriser le mouvement d'expansion des côtes diaphragmatiques, que l'on observe pendant sa contraction, s'il ne se faisait pas sur la surface large et convexe de ces viscères. Cette proposition ressort d'une expérience dans laquelle on ne parvient pas à provoquer le mouvement excentrique des côtes inférieures, lorsque la main étant appliquée sur le centre phrénique d'un cheval mort, on s'oppose à l'abaissement de ce muscle, pendant qu'on le fait contracter par la faradisation des nerfs phréniques (voy. 598).

VII. La connaissance de la paralysie et de la contracture

du diaphragme est ressortie de mes expériences électro-physiologiques.

B. — Instercostaux.

VIII. Les expériences électro-physiologiques que j'ai faites chez l'homme, dans des circonstances qui m'ont permis, soit de faradiser les intercostaux externes sur tous les points de leur surface, et les intercostaux internes dans l'espace intercartilagineux, soit de localiser l'excitation électrique dans un nerf intercostal, démontrent que tous ces muscles sont inspirateurs : 1° en élevant individuellement chaque côte inférieure sur la côte supérieure qui reste fixe ; 2° en imprimant un mouvement excentrique à cette côte inférieure, à l'aide de la rotation qu'ils lui font exécuter sur ses extrémités (voy. 607, 608) (1).

IX. L'action inspiratrice des intercostaux, mise en lumière chez l'homme vivant, au moyen de l'expérimentation électro-physiologique, a été confirmée : 1° par des faits cliniques dans lesquels les muscles inspirateurs auxiliaires étant atrophiés, ainsi que le diaphragme, la respiration costale avait lieu ce-

(1) Depuis la publication de mes recherches sur l'action des intercostaux, un journal littéraire, *l'Événement*, avait annoncé, le 25 octobre 1866, que M. Marcellin Duval, directeur du service de santé de la marine, à Brest, avait vérifié l'exactitude des opinions exposées dans mon mémoire, en électrisant directement les intercostaux dénudés des quatre guillotinés du *Fœderis arca*. Le savant directeur de l'École de médecine s'est empressé de m'écrire : « L'auteur de l'article de l'*Evénement* a dit vrai. Jusqu'à présent son nom m'est parfaitement inconnu ; il faisait évidemment partie des nombreux témoins (soixante environ) de mes expériences. Il a dû par conséquent entendre proclamer votre nom, après des résultats qui nous ont paru décisifs. Je ne saurais vous dire combien j'ai été heureux de pouvoir confirmer, d'une manière qui me semble incontestable, l'une des conclusions de votre beau mémoire, adressé aux Académies des sciences et de médecine. »

pendant largement, et dans lesquels, avec les doigts appliqués dans les espaces intercostaux, on sentait les muscles intercostaux se gonfler, se durcir, pendant chaque inspiration (voy. 611); 2° par des faits cliniques dans lesquels, consécutivement à l'atrophie des intercostaux, la respiration costo-supérieure est abolie, et la capacité thoracique diminuée; ce qui est la contre-épreuve des faits précédents (voy. 612, 613).

X. L'expérimentation électro-physiologique, confirmant l'opinion de Winslow et, après lui, de Haller et d'autres physiologistes, démontre que les intercostaux élèvent la côte inférieure, parce que le point fixe est à la côte supérieure (voy. 614); d'autre part, l'observation clinique prouve que ces muscles ne peuvent pas abaisser les côtes supérieures, pendant la respiration costo-supérieure naturelle, parce qu'alors elles sont fortement élevées par le sterno-cléido-mastoïdien et les scalènes (voy. 615).

XI. De ce que les intercostaux se trouvent dans un état d'élongation, pendant l'inspiration, ce n'est pas une raison pour qu'ils ne puissent concourir aux mouvements inspiratoires, comme l'a prétendu Hamberger; car j'ai démontré que certains muscles, lorsqu'ils sont appelés à fonctionner volontairement, sont placés dans un état d'élongation par la contraction synergique d'autres muscles, afin que leur force soit augmentée. C'est ce que l'observation clinique a démontré pour les fléchisseurs des doigts qui perdent leur puissance, dès que les radiaux et le cubital postérieur paralysés ne peuvent plus maintenir la main étendue, au moment où ils se contractent; de même l'élongation des intercostaux internes, pendant l'inspiration, peut augmenter la puissance de ces muscles qui concourent à la produire (voy. 617).

XII. La direction oblique des intercostaux indique qu'ils sont destinés à l'inspiration, car c'est seulement pendant ce temps de la respiration, qu'ils deviennent perpendiculaires aux leviers (les côtes) qu'ils mettent en mouvement. S'ils se contractaient pendant l'expiration, ils deviendraient encore plus obliques à ces leviers; ce qui serait contraire à la règle générale, à savoir : que les muscles deviennent ou tendent à devenir, en se contractant, perpendiculaires aux leviers qu'ils meuvent, de telle sorte que leur puissance augmente en raison de leur degré de contraction (voy. 618).

XIII. La direction oblique, en sens inverse des intercostaux internes et externes, indique que ces muscles sont destinés à se contracter synergiquement, car s'ils agissaient isolément, afin de produire, les premiers l'expiration, les seconds l'inspiration, il en résulterait nécessairement, pendant chacun de ces mouvements, un mouvement oblique des côtes les unes sur les autres de chevauchement ; ce qui paraît du reste ressortir de l'observation clinique.

La contraction simultanée de tous ces muscles neutralise cette action oblique qui, en raison de cette combinaison, est convertie en une action perpendiculaire aux côtes à mettre en mouvement (voy. 619).

XIV. Contrairement aux déductions tirées des vivisections de Galien qui rendait le porc aphone, en pratiquant la ligature de tous ses intercostaux, l'observation clinique démontre que les muscles intercostaux n'exercent pas une grande influence sur la phonation sans effort (voy. 620).

XV. L'utilité des intercostaux n'est pas comparable à celle du diaphragme, car leur paralysie ne compromet pas la vie comme celle de ce muscle. Cependant lorsque celui-ci vient à faire défaut, les intercostaux sont les seuls qui puissent le

suppléer provisoirement, de manière que l'hématose continue à se faire et que le sujet puisse vivre, s'il ne survient pas d'affection bronchique ou thoracique (voy. 621).

C'est pour cette raison que les intercostaux doivent être aussi considérés comme des muscles inspirateurs essentiels venant, toutefois, après le diaphragme.

### C. — Muscles inspirateurs auxiliaires.

XVI. Les scalènes, les sterno-cléido-mastoïdiens, les portions claviculaires des trapèzes, les petits pectoraux, les sous-claviers concourent à l'inspiration costo-supérieure ; on peut le constater par la vue et par le toucher (voy. 623, 624).

XVII. Suivant leur importance physiologique, ces muscles sont subordonnés aux intercostaux dont ils sont seulement les auxiliaires, car l'observation clinique démontre que malgré leur absence, l'inspiration costo-supérieure peut être exécutée par les intercostaux, sans trouble appréciable (voy. 633).

XVIII. On ne saurait contester toutefois leur utilité et leur puissance dans l'inspiration costale, lorsqu'on voit, par exemple, l'un d'eux (le sterno-cléido-mastoïdien) capable d'entretenir, par son action isolée, l'inspiration costo-supérieure avec assez de force pour que l'hématose ait lieu, bien que d'une manière incomplète (voy. 627).

Ces muscles sont surtout utiles, dans la respiration costo-supérieure, en rendant plus fixes et même en élevant les attaches supérieures des muscles intercostaux (voy. 614) ; mais le sterno-cléido-mastoïdien n'intervient que dans les grands besoins de respirer (voy. 629).

XIX. Le sterno-cléido-mastoïdien ne peut agir comme auxiliaire de l'inspiration costo-supérieure, que si la tête est maintenue solidement dans l'extension (voy. 629). Les muscles qui produisent cette extension de la tête, et surtout le splénius, pendant l'inspiration costo-supérieure normale, doivent donc être rangés parmi les auxiliaires de l'inspiration.

XX. D'autres muscles concourent aussi, mais d'une manière tout à fait secondaire, à l'inspiration costo-supérieure, lorsqu'elle se fait avec effort; ce sont les grands dentelés, les rhomboïdes, etc.

### D. — Muscles expirateurs.

XXI. Les muscles expirateurs sont extrinsèques ou intrinsèques; les premiers meuvent les parois thoracique et diaphragmatique : ce sont les muscles de l'abdomen, le petit dentelé postérieur et inférieur et le triangulaire du sternum ; les seconds, principalement, agissent sur les bronches : ce sont les muscles bronchiques de Reisseisen.

XXII. Les muscles de l'abdomen dépriment, par leur contraction simultanée, et tendent en tous sens, à la manière d'une peau de tambour, la paroi abdominale, qui refoule de bas en haut les viscères abdominaux et conséquemment le diaphragme (voy. 634).

XXIII. Le concours des expirateurs extrinsèques n'est pas nécessaire à la respiration ordinaire, car les muscles de l'abdomen, les plus puissants de ces muscles expirateurs, peuvent être atrophiés, sans qu'il en résulte le moindre trouble appréciable dans l'expiration.

Les muscles expirateurs extrinsèques se contractent seule-

ment pendant l'expiration avec effort, pendant le chant, le cri, la toux, etc. (voy. 640).

XXIV. Mes observations cliniques établissent, au contraire, que les muscles bronchiques (expirateurs intrinsèques) sont ses expirateurs actifs essentiels, en montrant que la colonne d'air qui arrive librement dans les poumons, pendant l'inspiration normale, en est expulsée en petite quantité, et avec peu de force, malgré la contraction énergique des expirateurs extrinsèques ; qu'il en résulte une anxiété, un besoin incessant d'expirer, occasionné par le séjour trop prolongé dans les petites bronches d'un air qui n'est plus respirable ; enfin que la faiblesse de l'expiration en rendant l'expectoration difficile, sinon impossible, la vie du malade peut être mise en danger par une simple bronchite (voy. 641).

XXV. La physiologie expérimentale avait parfaitement établi que, sous l'influence d'un courant électrique, les muscles bronchiques resserrent les bronches membraneuses au point d'effacer entièrement leur diamètre ; mais le peu de force qu'elle accorde à ces muscles (un cinquième de la force élastique du poumon) ne me paraît pas en rapport avec le rôle important qu'ils jouent dans l'acte d'expiration et qui a été mis en évidence par l'observation clinique.

## CHAPITRE II.

### ACTION INDIVIDUELLE ET USAGES DES MUSCLES QUI MEUVENT LA COLONNE VERTÉBRO-CRANIENNE.

Les muscles ou faisceaux musculaires qui agissent sur la colonne vertébro-crânienne sont :

1° Pour le mouvement composé d'extension et d'inflexion latérale des vertèbres lombaires et des dernières vertèbres dorsales, les faisceaux du sacro-lombaire (*sacro-lumbalis*), qui se terminent à la face externe de l'angle des six ou sept dernières côtes, les faisceaux du long dorsal (*longissimus dorsi*), dits de *terminaison externes*, qui s'attachent aux apophyses transverses ou costiformes des vertèbres lombaires et les faisceaux du même muscle dits de *terminaison internes*, qui s'attachent aux tubercules de leurs apophyses articulaires ;

2° Pour le mouvement de rotation des vertèbres lombaires et des dernières dorsales les transversaires épineux de ces vertèbres (*semispinalis dorsi*) ;

3° Pour le mouvement de flexion des vertèbres lombaires, directement en avant ou obliquement en avant et latéralement, le droit de l'abdomen (*rectus abdominis*), le grand oblique et le petit oblique (*obliquus abdominis externus et internus*) ;

4° Pour le mouvement de flexion latérale directe des vertèbres lombaires, le carré (*quadratus* et *intertransversi lumborum*) et les intertransversaires des lombes ;

5° Pour le mouvement d'extension des vertèbres dorsales, le grand épineux du dos de Winslow, dits *faisceaux de terminaison internes épineux du long dorsal ;*

6° Pour le mouvement oblique d'extension des vertèbres dorsales, les faisceaux du long dorsal, dits de *terminaison internes transversaires de la région dorsale*, qui se terminent au sommet des apophyses transverses de toutes les vertèbres dorsales ;

7° Pour le mouvement de rotation des vertèbres dorsales, les transversaires épineux du dos (*semispinalis dorsi*) ;

8° Pour le mouvement d'extension des vertèbres cervicales, le cervical descendant (*cervicis descendens*) qui, en même temps produit l'extension des sept ou huit premières vertèbres dorsales, et les interépineux du cou (*interspinales cervicis*) ;

9° Pour le mouvement de rotation des vertèbres cervicales, les transversaires épineux du cou (*semispinalis cervicis*) ;

10° Pour le mouvement de flexion oblique en dehors ou directement en avant des vertèbres cervicales, les scalènes et le long du cou (*scaleni et longus colli*) ;

11° Pour le mouvement de flexion latérale des vertèbres cervicales, les transversaires du cou (*transversus colli*), les intertransversaires du cou (*intertransversis colli*) et l'angulaire de l'omoplate ;

12° Pour les mouvements d'extension et de rotation de la tête, la portion claviculaire du trapèze, le splénius (*splenius cervicis*), le grand complexus et le petit complexus (*complexi*), le grand droit et le petit droit postérieurs de la tête (*recti capitis postici major et minor*), le grand et le petit obliques de la tête (*obliqui capitis inferior et superior*) ;

13° Pour le mouvement de flexion de la tête en avant, le grand droit antérieur, le petit droit antérieur de la tête (*recti capitis antici major et minor*) ;

14° Pour la flexion et la rotation de la tête, le sterno-cléido-mastoïdien.

### § I. — Électro-physiologie.

#### A. — Expériences.

Chez des sujets dont le plan musculaire superficiel de la face postérieure du tronc (les trapèzes, les rhomboïdes, les grands dorsaux, les grands dentelés) avait été détruit par l'atrophie musculaire progressive, j'ai pu faradiser comparativement les différents groupes de faisceaux musculaires qui sont situés plus profondément sur les côtés de la colonne vertébrale, et qui étaient ainsi devenus sous-cutanés. Ces expériences ont été faites, pendant que les sujets étaient couchés à plat ventre sur un plan horizontal ou (de préférence) assis sur un tabouret.

I. Lorsque les rhéophores ont été posés au niveau des faisceaux de l'un des sacro-lombaires et au-dessus de leur émergence de l'aponévrose commune, le tronc s'est incliné obliquement en arrière et du côté excité, et les vertèbres ont décrit, à partir supérieurement environ de la huitième dorsale, une courbe dont la convexité regardait le côté opposé au muscle excité.

II. Les rhéophores placés au niveau des faisceaux de ces muscles, dits *de terminaison externes* du long dorsal, ont provoqué les mêmes mouvements que l'excitation du sacro-lombaire.

Néanmoins, l'inclinaison latérale produite par l'excitation du sacro-lombaire était un peu plus prononcée.

III. Au niveau des faisceaux du long dorsal, dits de *terminaison internes transversaires de la région dorsale*, les rhéo-

phores produisaient un mouvement oblique d'extension et d'inclinaison du côté excité.

Placés dans le voisinage des apophyses épineuses dorsales, sur les points correspondants aux faisceaux interépineux de l'un des longs dorsaux, les rhéophores provoquaient l'extension directe des vertèbres dorsales.

IV. Enfin étaient-ils appliqués au niveau de l'un des cervicaux descendants, faisceaux dits de renforcement de l'un des sacro-lombaires, le cou et le dos s'inclinaient obliquement en arrière et du côté excité, en décrivant, depuis la partie moyenne du cou jusqu'à la partie inférieure du dos, une courbe dont la convexité regardait le côté opposé aux faisceaux musculaires excités.

V. Je n'ai pas encore eu l'occasion de faradiser directement les transversaires épineux, ni les carrés lombaires.

VI. Les expériences électro-physiologiques que j'ai faites sur les muscles de l'abdomen (le grand et le petit oblique) fléchisseur rotateur des vertèbres lombaires et le droit de l'abdomen, leur fléchisseur direct, ont été exposées à l'occasion de l'étude de leur action expiratrice (voy. p. 679, I. *Grand oblique*, et IV. *Droit de l'abdomen*).

VII. Les expériences que j'ai faites sur les muscles moteurs spéciaux des vertèbres cervicales, accessibles à l'excitation électrique, n'ont fait, en général, que confirmer l'opinion des auteurs sur l'action propre de ces muscles.

### B. — Remarques.

643. Quelques-unes des expériences ci-dessus relatées (voy. I, III, p. 703) démontrent que les faisceaux du sacro-lombaire et ceux du long dorsal, qui se terminent à la face externe de l'angle des dernières côtes, aux apophyses transverses ou

costiformes des vertèbres lombaires et aux tubercules de leurs apophyses articulaires, exercent une action identique sur les vertèbres lombaires et sur les dernières vertèbres dorsales. En effet, excités d'un seul côté, ils leur impriment un même mouvement oblique d'extension et d'inflexion latérales du côté correspondant à l'excitation, en leur faisant décrire une courbe légère dont la convexité regarde le côté opposé, et qui commence supérieurement, environ, au niveau de la huitième ou de la neuvième vertèbre dorsale. Ces faisceaux musculaires se distinguent seulement entre eux par la force avec laquelle ils fléchissent les vertèbres lombaires latéralement : ainsi les faisceaux du sacro-lombaire produisent plus puissamment l'inclinaison latérale du tronc, parce que leur direction est plus perpendiculaire aux leviers (les côtes) qu'ils mettent en mouvement, et parce que ces leviers sont plus longs.

En somme, la masse des faisceaux du sacro-lombaire et du long dorsal qui se terminent en haut aux vertèbres lombaires et aux dernières côtes, constitue un seul muscle, qui est extenseur et fléchisseur latéral des vertèbres lombaires et des dernières vertèbres dorsales. J'appelle ces faisceaux *spinaux lombaires superficiels.*

644. Suivant Sabatier, chacun des muscles sacro-lombaire et long dorsal imprime aux vertèbres un mouvement de rotation sur leur axe vertical. Après lui, des anatomistes ont professé la même opinion. Aujourd'hui, les auteurs n'accordent cette action rotatrice qu'au long dorsal (1).

Il est ressorti, de mes expériences électro-physiologiques,

(1) Cruveilhier, *Traité d'anat. descript.*, 4e édit., t. Ier, p. 513, et Sappey, *Traité d'anat. descriptive*, t. Ier, p. 181, 1850.

que le long dorsal n'exerce pas sur la colonne vertébrale l'action rotatrice qui lui a été attribuée par des anatomistes auteurs.

On a vu, en effet, que, par la faradisation des faisceaux lombaires de ce muscle, le tronc était seulement incliné obliquement en arrière et latéralement, sans la moindre rotation appréciable des vertèbres lombaires. Il est vrai que si, au moment de sa faradisation, les vertèbres lombaires se trouvaient en rotation, de telle façon que la face antérieure du tronc regardât du côté opposé, la contraction de ce muscle ramenait cette face antérieure du tronc en avant, par un léger mouvement des vertèbres lombaires en sens contraire; et encore ce mouvement de rotation était-il exécuté avec très-peu de force. Pratiquée dans la même attitude du tronc, la faradisation du sacro-lombaire provoquait, dans le même sens, un léger mouvement de rotation des vertèbres lombaires.

645. Les rotateurs essentiels de ces vertèbres sont les transversaires épineux, que l'on peut appeler *spinaux lombaires profonds*, afin de les distinguer des spinaux lombaires superficiels. Ces faisceaux musculaires étant inaccessibles à la fadarisation, j'ai essayé de démontrer leur action propre en faisant l'expérience mécanique suivante, sur une colonne vertébrale fraîchement débarrassée de ses muscles, à l'exception de ses transversaires épineux. J'ai attaché une corde à l'extrémité d'une des apophyses épineuses lombaires, au niveau de la terminaison supérieure de l'un des faisceaux transversaires épineux; puis, ayant fait passer dans un petit anneau fixé à une apophyse lombaire transverse, dans le point correspondant à l'attache inférieure de ce faisceau musculaire, j'ai tiré sur cette corde, de manière à obtenir le même résultat que par le raccourcissement de ce même

faisceau musculaire. Alors la vertèbre dont dépend l'apophyse épineuse à laquelle la corde était fixée a tourné légèrement sur la vertèbre inférieure, de telle sorte que son corps a regardé un peu du côté opposé. Pendant ce mouvement de rotation, je n'ai pas remarqué le moindre mouvement d'extension de cette vertèbre sur la suivante. Pour obtenir son mouvement d'extension, il m'a fallu fixer du côté opposé et de la même manière une autre corde sur les mêmes apophyses, et tirer en même temps sur les deux cordes. On conçoit que la rotation de la vertèbre étant ainsi neutralisée, j'ai dû en produire l'extension directe sur la vertèbre inférieure. Cette expérience ayant donné des résultats identiques sur les vertèbres des autres régions, mais beaucoup moins prononcés, j'en ai conclu que les transversaires épineux sont essentiellement rotateurs et qu'ils deviennent extenseurs, seulement s'ils agissent à la fois de chaque côté.

646. Les expériences III et IV ont confirmé l'opinion des auteurs sur l'action des deux groupes de faisceaux musculaires, généralement appelés faisceaux de renforcement du sacro-lombaire et faisceaux interépineux du long dorsal, en montrant que, sous l'influence de leur faradisation latérale, ils produisent, les premiers, l'extension et l'inflexion latérale vers le côté excité des cinq dernières vertèbres cervicales et des sept ou huit premières vertèbres dorsales, et, les seconds, l'extension directe des vertèbres dorsales.

647. Mais tous ces faisceaux musculaires, que j'appellerai *spinaux dorsaux superficiels*, en y comprenant les faisceaux *de terminaison internes* transversaires dorsaux du long dorsal, sont-ils réellement, ainsi que l'enseignent la plupart des auteurs, une dépendance des spinaux lombaires superficiels? Est-il vrai qu'ils ne se contractent pas, indépendam-

ment? Faut-il continuer à les confondre, sous le nom de sacro-lombaire et de long dorsal, comme le font la plupart des anatomistes?

Depuis longtemps, quelques auteurs [Diemerbrœck (1), Albinus (2), Winslow (3)], se fondant principalement sur les dispositions anatomiques de ces faisceaux musculaires, en avaient fait avec raison, selon moi, deux muscles indépendants, appelés, l'un, *cervical descendant*, et l'autre *grand épineux du dos*; anatomiquement ces divisions étaient fondées. En effet, les attaches de ces deux muscles, qui se font, pour le premier, inférieurement à l'angle supérieur des sept ou huit premières côtes, et, pour le second, aux apophyses épineuses des vertèbres dorsales, suffisent pour les distinguer de la masse de faisceaux qui composent le sacro-lombaire et le long dorsal proprement dits, et qui se terminent, en bas, par l'intermédiaire de l'aponévrose commune, à l'épine iliaque postérieure et supérieure, à la partie correspondante de la crête iliaque, à la tubérosité de l'os iliaque, à la crête du sacrum et enfin aux sommets des aphopyses épineuses de toutes les vertèbres lombaires.

648. Les distinctions que l'on doit établir entre les spinaux dorsaux superficiels et les spinaux lombaires superficiels, se fondent principalement sur l'action spéciale qu'ils exercent, d'une manière indépendante, sur les parties différentes du rachis, comme cela vient d'être mis en évidence par les expériences que j'ai exposées.

On peut varier et combiner ces expériences de plusieurs

(1) *De Diemerbroeck anat.*, lib. X.

(2) *Hist. musc. hom.*, lib. III, cap. CXI, 1734.

(3) *Traité des muscles*, p. 80 et suiv., et n^os 1212, 1213.

manières, afin de mieux démontrer l'indépendance absolue de ces divers groupes de faisceaux musculaires.

Ainsi, après avoir montré les courbures lombaires ou dorsales qui se dessinaient sous l'influence de la faradisation unilatérale, soit des spinaux lombaires, soit des spinaux dorsaux, si j'excitais tous ces faisceaux à la fois d'un côté, dans la région lombaire et du côté opposé dans la région dorsale, on voyait se former deux courbures en sens contraire, dont l'une était lombaire et l'autre dorsale, et dont la convexité regardait le côté opposé aux faisceaux excités. C'était une fausse scoliose artificielle, qui diffère, bien entendu, de la scoliose, vraie ou pathologique, par le degré très-peu prononcé de ses courbures, et par l'absence de déformations des vertèbres. (Je reviendrai sur ce sujet quand j'exposerai le mécanisme de ces déformations pathologiques.) — Excitais-je ensuite simultanément du même côté les spinaux dorsaux et lombaires, il se formait une longue courbure dorso-lombaire, dont la convexité était opposée au côté excité. — La faradisation simultanée, de chaque côté, des spinaux lombaires, produisait l'extension directe et puissante des vertèbres lombaires, et laissait les huit ou neuf vertèbres dorsales supérieures et les vertèbres cervicales libres de s'infléchir en avant. — La faradisation latérale des spinaux dorsaux descendants produisait l'extension directe des vertèbres du cou et du dos, et laissait les vertèbres lombaires libres de se mouvoir en tous sens. — Enfin, la faradisation simultanée de tous les faisceaux lombaires et dorsaux produisait une sorte d'opisthotonos dans lequel la tête seule conservait la liberté de tous ses mouvements.

649. M. Cruveilhier a écrit : « Il est impossible de redresser la région dorsale et la partie inférieure de la

région cervicale, sans redresser en même temps la région lombaire » (1). Mon savant maître a-t-il voulu nier, par là, l'indépendance des muscles qui étendent ces différentes portions de la colonne vertébrale, de telle sorte qu'il serait impossible de redresser la portion lombaire du rachis, sans redresser sa portion dorsale et cervicale et *vice versâ ?*

Je ne sais sur quels faits cette assertion pourrait s'appuyer, car elle est contraire à l'observation. Il est très-vrai qu'ordinairement, pendant la station debout et la marche, la colonne vertébrale est maintenue dans l'extension par la contraction synergique de tous les muscles qui la produisent. Mais, éprouve-t-on alors une grande lassitude, les faisceaux extenseurs des vertèbres lombaires et des dernières dorsales restent seuls en contraction, afin d'empêcher la chute de ce corps en avant, pendant que les extenseurs des vertèbres dorsales et quelquefois des vertèbres cervicales tombent dans le relâchement. Alors le dos s'affaisse et s'arrondit, et le cou penche en avant. Telle est souvent aussi l'attitude du tronc, pendant la station ou la marche, sous l'influence d'idées tristes, de l'abattement. Le sujet vient-il à reprendre son énergie, les spinaux dorsaux superficiels et les cervicaux descendants rentrent en action, et, à l'instant, le tronc et le cou sont redressés.

Ne voit-on pas aussi dans certaines attitudes, pendant la station debout, une courbure latérale lombo-dorsale produire une inflexion physiologique des vertèbres lombaires qui nécessite la formation, du côté opposé, d'une courbure dorso-cervicale de compensation. M. Bouvier a représenté ces mouvements en sens inverse des différentes parties du rachis,

(1) *Traité d'anatomie descriptive*, 4e édit., p. 514.

qui ont lieu physiologiquement, dans certaines attitudes du tronc (1). Eh bien! cette courbure en S de la colonne vertébrale (fausse scoliose physiologique), qui ressemble à celle que je peux obtenir à l'aide de la faradisation (voy. 64), es produite principalement par la contraction des spinaux lombaires d'un côté, et par la contraction des spinaux dorsaux de l'autre.

650. Il eût été superflu d'exposer, dans tous leurs détails, mes expériences sur ceux des muscles destinés à mouvoir spécialement les vertèbres cervicales et la tête, qui peuvent être atteints par l'électrisation, parce que ces expériences ne m'ont presque rien appris de nouveau. Aussi me bornerai-je à dire ici quelle est, en résumé, mon opinion sur l'action propre de ces muscles et en même temps de ceux qui ne peuvent-être faradisés directement, opinion qui se trouve souvent en parfait accord avec celle des auteurs.

1° *Extenseurs et rotateurs particuliers des vertèbres cervicales.* — Le *cervical descendant* est le plus important des extenseurs des vertèbres cervicales, parce qu'il est principalement destiné à étendre chacune d'elles sur la portion dorsale du rachis, en agissant sur les tubercules postérieurs des cinq dernières vertèbres cervicales, le point fixe était à l'angle supérieur des huit ou neuf premières côtes.

Après lui viennent les *interépineux* du cou, qui étendent les vertèbres cervicales les unes sur les autres.

Ce que j'ai dit des transversaires épineux lombaires est applicable aux *transversaires épineux du cou*, c'est-à-dire qu'ils sont surtout rotateurs des vertèbres cervicales, et qu'ils

(1) *Leçons cliniques sur les maladies chroniques de l'appareil locomoteur*, Atlas, pl. II. fig. 5.

ne les étendent puissamment qu'en se contractant de deux côtés à la fois.

2° *Fléchisseurs particuliers des vertèbres cervicales.* — Les scalènes dont j'ai fait ressortir précédemment l'utilité, comme inspirateurs auxiliaires (voy. 632), ne sont pas moins importants à la flexion du cou. Lorsqu'ils produisent ce dernier mouvement, ils agissent, le scalène antérieur sur la partie antérieure des apophyses transverses des troisième, quatrième, cinquième et sixième vertèbres cervicales, le point fixe étant au bord supérieur de la seconde côte et à la face supérieure de la première, et le scalène postérieur, sur les tubercules postérieurs des apophyses transverses des six dernières vertèbres cervicales, le point fixe se trouvant à un tubercule qui occupe la partie moyenne de la face supérieure de la première côte. Leur contraction unilatérale infléchit le cou obliquement en avant et en dehors; s'ils se contractent bilatéralement, le cou est fléchi directement en avant. Enfin ils peuvent imprimer au cou un mouvement de demi-circumduction antérieure, par la contraction successive de leurs faisceaux.

L'expérimentation électrique m'a permis de constater ces faits, en faradisant le scalène antérieur d'un côté ou des deux côtés à la fois, pendant la station debout, chez des sujets dont les sterno-cléido-mastoïdiens étaient atrophiés. Je les ai vus, dans ce cas, se contracter avec une grande énergie, lorsque étant dans le décubitus dorsal, ces individus se redressaient pour se mettre sur leur séant. Ils empêchaient alors le cou d'être entraîné dans l'extension par le poids de la tête. — Enfin ces muscles fléchisseurs du cou sur la poitrine sont antagonistes du cervical descendant.

Les faisceaux les plus inférieurs du *long du cou* (faisceaux épineux transversaires antérieurs), qui, nés du corps des trois

premières vertèbres dorsales, vont se fixer aux tubercules antérieurs des apophyses transverses des troisième et quatrième vertèbres cervicales sont les seuls faisceaux de ce muscle qui agissent comme fléchisseurs des vertèbres du cou. — Les deux autres portions supérieures de ce muscle, qui, nées des tubercules antérieurs des troisième, quatrième et cinquième vertèbres cervicales et des quatre dernières cervicales, vont s'attacher à l'épine et aux crêtes de l'axis, sont destinées à fléchir la tête en avant, par l'intermédiaire de l'axis.

3° *Fléchisseurs latéraux des vertèbres cervicales.* — Les *intertransversaires du cou* fléchissent latéralement les vertèbres cervicales les unes sur les autres.

Le *transversaire du cou* fléchit latéralement chacune des cinq dernières vertèbres dorsales, en agissant sur les tubercules postérieurs de ces vertèbres cervicales, le point fixe étant aux troisième, quatrième et cinquième vertèbres dorsales.

On comprend que les assertions précédentes ne peuvent être contrôlés par l'expérimentation électro-physiologique.

Suivant les auteurs, l'*angulaire de l'omoplate* imprimerait aux vertèbres cervicales un double mouvement d'extension et d'inclinaison latérale, lorsque le point fixe est en bas. J'ai déjà démontré que son excitation individuelle produit toujours l'élévation de l'angle interne de l'omoplate ; qu'il fait tourner cet os sur l'angle externe et qu'il concourt ordinairement à l'élévation de l'épaule avec le tiers supérieur du trapèze (voy. 333). Je ne crois pas qu'il soit appelé souvent à fléchir le cou latéralement, car il faudrait pour cela que l'omoplate fût maintenue fixement par la portion inférieure du grand dentelé, son antagoniste, conditions qui doivent se présenter rarement.

4° *Extenseurs et rotateurs de la tête.* — J'ai déjà montré,

à l'aide de l'expérimentation électro-physiologique, que la *portion claviculaire du trapèze* excitée d'un seul côté imprime à la tête un mouvement composé d'extension et de flexion de son côté, et qu'en même temps elle fait tourner la tête du côté opposé (voy. p. 2).

La faradisation du *splénius* imprime à la tête les mêmes mouvements, avec cette différence toutefois, que pendant sa contraction unilatérale, la tête tourne de son côté.

Le *grand* et le *petit complexus*, lorsque je les ai faradisés unilatéralement, chez des individus dont le trapèze et les splénius étaient atrophiés, ont produit l'extension de la tête, et l'ont inclinée en même temps légèrement de leur côté, sans lui imprimer un mouvement de rotation appréciable.

Les muscles extenseurs et rotateurs dont il vient d'être question, excités des deux côtés à la fois, ont produit, ainsi que tout le monde doit le pressentir, le renversement de la tête directement en arrière.

Un fait important est ressorti de ces expériences, c'est que malgré la faradisation bilatérale du plus énergique de ces muscles, j'ai seulement obtenu l'extension de la tête, lorsque, consécutivement à l'atrophie des extenseurs spéciaux des vertèbres cervicales, le cou était fléchi en avant ; ce qui démontre que ces muscles ne peuvent produire l'extension du cou.

D'après Winslow, « les *grands droits postérieurs*, les *petits droits postérieurs* et les *grands* et *petits obliques* servent tous à faire un petit renversement de la tête par un mouvement gimglymoïde sur la première vertèbre. Ils ne peuvent agir autrement, ni séparement. Les grands contribuent plus à ce mouvement que les petits. Ceux-ci paraissent avoir encore l'usage de garantir les membranes articulaires, afin qu'elles

ne soient pas pincées dans les grands mouvements » (1). Je n'ai pu vérifier ces assertions par l'expérimentation électro-physiologique.

5° *Fléchisseurs de la tête.* — Lorsque j'ai eu à rechercher l'importance du concours du *sterno-cléido-mastoïdien* dans l'inspiration, j'ai montré, à l'aide de l'expérimentation électro-physiologique, que la contraction simultanée des deux sterno-cléido-mastoïdiens produit la flexion de la tête en avant, si, au moment de leur contraction, elle se trouve dans l'attitude qu'elle occupe normalement pendant la station verticale ; mais que ces muscles produisent au contraire l'extension de la tête, si alors elle se trouve dans un certain degré de renversement en arrière. Cette extension de la tête ne peut plus être obtenue, lorsqu'on fait contracter l'un des sterno-cléido-mastoïdiens, quand bien même elle se trouverait très-renversée en arrière au moment de cette contraction ; elle s'infléchit du côté excité et tourne sur son axe, de manière que la face regarde le côté opposé.

Ayant pu faire contracter partiellement les deux portions de ce muscle, j'ai remarqué que sa portion sternale est plus rotatrice que sa portion claviculaire. — Cette action différentielle des deux portions du sterno-cléido-mastoïdien doit-elle les faire décrire séparément à la manière de quelques anatomistes anciens ? Je ne le crois pas, car ces deux portions fonctionnent presque toujours ensemble. — Je me réserve de revenir sur cette question lorsque je montrerai qu'elles sont quelquefois affectées isolément.

« *Les grands droits antérieurs, les petits droits antérieurs, les transversaires antérieurs* (droits latéraux), font, dit Wins-

(1) *Loc. cit.*, n° 1184, p. 344.

low, mouvoir la tête en avant sur la première vertèbre. Les petits antérieurs et les transversaires antérieurs servent aussi, comme les petits postérieurs, à garantir les ligaments capsulaires, dans les différents mouvements » (1). Je n'ai pu vérifier ces assertions par l'expérimentation électrique.

## § II. — Physiologie pathologique.

### A. — Influence des muscles qui étendent ou fléchissent les vertèbres lombaires sur l'attitude du tronc, sur le degré de courbure lombo-sacrée et d'inclinaison du bassin, pendant la station verticale, démontrée par l'atrophie ou par la paralysie de ces muscles.

Le but principal de l'étude clinique que je vais exposer est de faire connaître l'influence exercée sur l'attitude et sur la conformation des diverses portions de la colonne vertébro-crânienne, par les conditions différentes d'équilibre qui existent entre les forces toniques des muscles qui les meuvent. Elle montrera en même temps le mécanisme de ses déformations.

#### a. — Atrophie ou paralysie des muscles qui étendent les vertèbres lombaires.

651. Dans l'atrophie musculaire progressive, les faisceaux spinaux lombaires sont atrophiés beaucoup plus fréquemment que ceux de l'abdomen. Lorsque je les ai vus lésés de chaque côté, dans leur nutrition ou leur motilité, le tronc s'est renversé directement en arrière, pendant la station sur les deux pieds, en raison directe du degré de l'affaiblissement de ces muscles. Alors un fil à plomb tombant de l'extrémité des apophyses épineuses dorsales les plus saillantes passait en arrière et à une distance plus ou moins grande

(1) *Loc. cit.*, n° 1185, p. 344.

du sacrum, tandis qu'à l'état normal il doit, en général, être très-rapproché de cet os, sinon le toucher.

J'ai constaté, entre autres, chez un sujet atrophique, dont j'ai publié l'observation ailleurs (1), que cette ligne verticale passait 15 à 16 centimètres en arrière du sacrum (voy. fig. 98). En voici le sommaire : *Atrophie musculaire progressive des sacro-spinaux et des longs dorsaux, des extenseurs du cou, des deltoïdes, des sous-épineux, des tiers moyens des trapèzes et de quelques interosseux des mains ; guérison par la faradisation localisée ; rechute à la suite d'un travail forcé.* Quelque intéressants qu'en soient les détails, je rappellerai seulement ceux qui peuvent servir à élucider la question physiologique dont il s'agit.

Ce malade était employé à la halle à la volaille. Après avoir porté de très-lourds fardeaux sur sa tête, il avait éprouvé un affaiblissement progressif des mouvements d'extension de sa colonne dorso-lombaire ; et il avait dû renoncer à son emploi de porteur, depuis plusieurs mois. Lorsqu'il me fut adressé, en 1849, il ne pouvait redresser son tronc, s'il était dans la flexion. Les muscles qui remplissaient ses gouttières vertébrales, surtout ses spinaux lombaires, étaient atrophiés et répondaient mal à l'excitation électrique. Dans la station debout, il rejetait son tronc tellement en arrière, qu'un fil à plomb, partant de l'apophyse dorsale la plus postérieure, passait environ 15 centimètres en arrière de la face postérieure du sacrum (voy. fig. 98).

Cette attitude du tronc était produite par un renversement brusque des vertèbres lombaires qui faisaient avec

(1) *Électrisation localisée*, 1re édition, 1855, observation LXXXIX, p. 824, et 2e édition, 1861, observation C, p. 455.

le sacrum une sorte d'angle arrondi, au-dessus duquel le rachis formait une ligne presque droite très-fortement inclinée en arrière; en même temps le bassin était dans une extension extrême sur les cuisses, de sorte que les fesses étaient presque entièrement effacées. Pour se tenir alors en équilibre, le malade était forcé de fléchir ses cuisses sur ses jambes, et celle-ci sur ses pieds, sous peine de faire une chute en arrière; ses bras pendaient perpendiculairement en arrière du tronc, et pour peu qu'il les portât en avant, son équilibre était perdu et le corps tombait en avant. — On remarque cependant que, dans la figure 98, il peut tenir ses bras croisés sur sa poitrine; j'en dirai bientôt la raison.

Lorsque pour la première fois ce malade s'est présenté à mon observation, avec cette espèce de lordose consécutive à la paralysie des extenseurs des vertèbres lombaires, bien différente, — on le verra bientôt, — de la lordose consécutive à la paralysie de leurs fléchisseurs, je pensais tout d'abord que la paralysie de ses muscles abdominaux en étaient seule la cause. Ce diagnostic était erroné, car je constatai bientôt qu'étant couché horizontalement sur le dos, il pouvait se redresser et se placer sur son séant, en contractant énergiquement ses muscles abdominaux, psoas et iliaques, et à un examen plus complet, je vis que, pendant la station verticale, l'attitude de son tronc était due uniquement à l'atrophie de ses sacro-spinaux.

652. Cette observation démontre que, dans la station debout, la portion lombaire de la colonne vertébrale a une telle tendance à être incessamment entraînée dans la flexion en avant, par le poids des viscères thoraciques et abdominaux, que le sujet dont les extenseurs des vertèbres lombaires sont paralysés, est forcé de rejeter son tronc en arrière, jusqu'à ce

que son poids le maintienne en équilibre dans cette attitude et ne soit plus supporté que par les muscles abdominaux; mais pour obtenir ce résultat, la ligne de gravité du tronc doit être tellement reculée, qu'elle tomberait en arrière de la base de sustentation et qu'une chute du corps en arrière serait inévitable, si elle n'était ramenée dans cette base de sustentation. — C'est, on se le rappelle, ce qu'a fait notre malade, en fléchissant très-fortement ses jambes sur ses pieds et ses cuisses sur ses jambes.

653. Le retour progressif de la nutrition et de la force dans les muscles extenseurs des vertèbres lombaires et des dernières dorsales, obtenu, chez ce sujet, à l'aide de la faradisation localisée, m'a fourni l'occasion d'apprécier l'importance du rôle qui, dans la station, est rempli par les muscles fléchisseurs du tronc.

Lorsque, dans la région lombaire, les gouttières vertébrales qui avaient été creusées par l'atrophie de ses muscles spinaux commencèrent à se remplir, je fus frappé d'un redressement très-appréciable de sa colonne vertébrale. La ligne verticale qui, pendant la station debout, partait des apophyses épineuses dorsales les plus saillantes, passait, avant le traitement, 15 à 16 centimètres en arrière du sacrum, et ne s'en trouvait éloignée que de 8 à 9 centimètres. Le malade, qui était forcé de laisser pendre ses bras en arrière du tronc, afin de conserver son équilibre, et qui ne pouvait les porter un peu en avant, sans que son tronc fût entraîné dans la flexion, les croisait sur sa poitrine (c'est alors que j'en ai pris la photographie, d'après laquelle la figure 98 a été dessinée). A partir de ce moment, son tronc s'est redressé, et ses bras purent être portés de plus en plus en avant, sans l'entraîner dans la flexion. Enfin le tronc reprit son attitude

naturelle, lorsque le malade put se pencher en avant, sans tomber.

Les phénomènes que je viens d'exposer sont faciles à interpréter. Lorsque le malade avait perdu l'action de ses spinaux lombo-dorsaux, ses muscles de l'abdomen remplissaient le rôle principal dans la station debout : ils supportaient l'effort de la pesanteur du tronc rejeté en arrière. Mais dès que la force de ses spinaux a commencé à reparaître, ils ont concouru, — faiblement il est vrai, — avec ses muscles abdominaux, à maintenir la rectitude du tronc, et ils ont pris une part d'autant plus grande à la station, que leur force s'est accrue davantage.

Je puis appuyer ces faits sur un grand nombre d'observations, desquelles il résulte que le renversement du tronc, pendant la station debout est toujours en raison directe de la faiblesse des extenseurs des vertèbres lombaires et des dernières dorsales.

#### b. — Atrophie ou paralysie des fléchisseurs des vertèbres lombaires.

654. Il n'est certainement pas besoin de l'observation clinique pour démontrer que les extenseurs des vertèbres lombaires et des dernières dorsales jouent le rôle le plus important dans la station. Mais il importe de rechercher si, à l'état normal, ces muscles peuvent se passer du concours des fléchisseurs du tronc ; c'est un point que l'observation clinique pouvait seule éclairer.

En voici la preuve. J'ai vu se produire, à des degrés divers, des phénomènes analogues à ceux que je vais décrire, dans le cas suivant qui est un exemple et le type d'un genre de déformation du rachis, dont le mécanisme a été méconnu jusqu'à ce jour. Une femme, âgée de vingt-huit ans, atteinte d'atrophie

musculaire progressive, avait perdu successivement un assez grand nombre de muscles du tronc, entre autres, ses grands dentelés. (Il a déjà été question de ce cas, au point de vue de l'étude électro-physiologique du grand dentelé, dans la première partie de ce livre, voy. 55, fig. 10.) En même temps que les mouvements d'élévation de ses membres supérieurs devenaient difficiles, elle s'était aperçue, disait-elle, que son dos qui, jadis, n'offrait rien de particulier dans sa conformation, se creusait au niveau de ses reins, pendant qu'elle se tenait debout et qu'elle marchait ; que cette incurvation avait augmentée peu à peu, depuis une année environ. Lorsque je l'ai vue pour la première fois, son ensellure ou lordose était arrivée au plus haut degré, comme on le voit dans la figure 99, qui a été dessinée d'après nature. La courbe en était formée par le bassin, qui était fortement incliné sur les cuisses, et par les vertèbres lombaires et les dernières dorsales. Un fil à plomb, appliqué contre les apophyses dorsales, situées sur le plan le plus postérieur, tombait à peu près sur la partie moyenne du sacrum. Cette lordose avait une grande ressemblance avec celle que l'on observe dans la luxation coxo-fémorale double.

Au premier abord, je l'avoue, je croyais que cette malade était atteinte de cette lésion articulaire; mais j'en trouvai bientôt les signes négatifs. En effet, après avoir fait disparaître son ensellure et ayant même produit une courbure lombaire à convexité postérieure, en la faisant coucher à plat-ventre sur un plan convexe, j'ai pu produire mécaniquement l'extension complète de ses fémurs sur le bassin, et constater que les mouvements de ses articulations coxo-fémorales étaient parfaitement libres, dans tous les sens. D'ailleurs elle n'avait jamais éprouvé les douleurs symptomatiques de

la coxalgie. J'ai donc cherché ailleurs la cause de sa lordose, et voici ce que j'ai observé. Placée dans le décubitus dorsal, sur un plan un peu oblique, de manière que sa poitrine se trouvât plus élevée que son bassin, elle ne pouvait se redresser sur son séant, sans s'aider de ses membres supérieurs, lors même que je maintenais ses cuisses fixement, en appuyant sur elles. Ses psoas et ses iliaques n'étaient pas paralysés, car, debout ou couchée, elle pouvait fléchir ses cuisses sur son bassin. Je dois ajouter qu'elle avait conservé aussi ses mouvements extenseurs de la cuisse sur le bassin. Il fallait donc reconnaître que ses muscles abdominaux avaient perdu leur action et que c'était pour cette seule raison qu'elle ne pouvait se redresser, lorsqu'elle était dans le décubitus dorsal. D'ailleurs on ne sentait pas ces muscles se contracter, pendant les efforts qu'elle faisait alors.

En somme, la lordose considérable qui, chez cette femme, se produisait pendant la station, ne pouvait être attribuée qu'à la paralysie de ses muscles abdominaux.

655. Voici le mécanisme de cette espèce de lordose consécutive à la paralysie ou à l'atrophie des fléchisseurs des vertèbres lombaires (des muscles de l'abdomen). Lorsque, pendant la station debout, la malade se renversait un peu en arrière, elle ne pouvait retenir son tronc, ni l'empêcher de tomber dans cette direction. Or, afin d'éviter alors une chute, elle fléchissait instinctivement son bassin sur ses cuisses, afin de faire porter toute la charge du tronc par les extenseurs de ses vertèbres lombaires (spinaux lombaires); mais la ligne de gravité du tronc devant être ramenée dans la base de sustentation, elle redressait la portion dorsale de sa colonne vertébro-crânienne, en contractant très-énergiquement les extenseurs de ses vertèbres lombaires; de là

cette ensellure considérable que l'on voit dans la figure 99. On pourrait appeler cette difformité *lordose paralytique des muscles de l'abdomen*, par opposition à une autre espèce de lordose, ci-dessus décrite (voy. fig. 98), que l'on pourrait

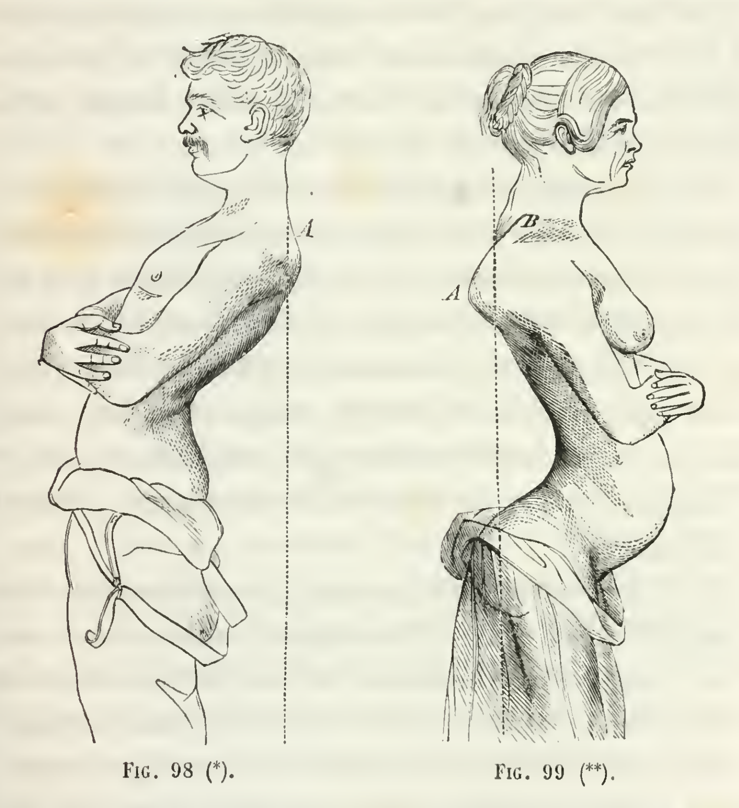



Fig. 98 (*). Fig. 99 (**).

désigner sous le nom de *lordose paralytique des spinaux lombaires*.

656. Que l'on me permette, en passant, de comparer les signes principaux qui différencient ces deux espèces de lordose arrivées à leur plus haut degré de développement.

(*) Attitude et déformation du tronc dans la lordose par atrophie (paralytique) des spinaux lombaires.

(**) Attitude et déformation du tronc dans la lordose par atrophie (paralytique) des muscles de l'abdomen.

Dans la lordose paralytique des faisceaux spinaux lombaires, les vertèbres lombaires présentent une flexion brusque, une sorte d'angle arrondi, au-dessus duquel le rachis forme une ligne presque droite, fortement inclinée en arrière ; la ligne de gravité du tronc passe très en arrière du promontoire; il n'y a pas d'ensellure proprement dite; le bassin est dans une extension extrême sur les fémurs; le ventre est plat et les fesses sont effacées (voy. fig. 98).

Dans la lordose paralytique des muscles de l'abdomen, au contraire, il existe une ensellure considérable, formée par le bassin incliné fortement, par les vertèbres lombaires et par les dernières vertèbres dorsales ; la ligne de gravité du tronc est portée en avant du promontoire; l'abdomen, considérablement développé, alors même que le sujet est maigre, décrit une courbe à convexité antérieure, proportionnée au degré de l'ensellure ; enfin, les fesses sont très-grosses, saillantes (voy. fig. 99).

657. Pour me résumer, je dirai qu'en présence des faits cliniques exposés dans ce paragraphe, on ne saurait soutenir que, pendant la station verticale, les extenseurs du tronc entrent à peine en action, et que la résistance des ligaments jaunes suffise pour empêcher le tronc d'être entraîné dans la flexion en avant par le poids des viscères. Ces faits cliniques ont démontré, au contraire, qu'à l'instant où les extenseurs du tronc s'affaiblissent, surtout lorsqu'ils viennent à faire entièrement défaut, le sujet est menacé de faire une chute en avant, s'il ne se renverse en arrière, de manière à rejeter le poids du tronc sur les muscles de l'abdomen.

J'ai dit que ce sont les muscles de l'abdomen, et non les parois abdominales, qui supportent alors le poids du tronc, parce que, si ces fléchisseurs des vertèbres lombaires sont

paralysés en même temps que leurs extenseurs, la station verticale debout et même assise devient absolument impossible. En voici un exemple :

En 1864, M. Oulmont, médecin des hôpitaux, soumit à mon observation un individu (Saillard, trente-huit ans, serrurier à Saint-Lubin), qui, depuis treize ans, ne pouvait se tenir dans la station debout, ni assise. Sans entrer dans les détails de ce cas intéressant, sans en rechercher la cause et la nature, je dirai que cette paralysie lui était arrivée tout à coup, à la suite d'une vive émotion et après un travail forcé, et qu'il n'avait ressenti, avant ou au début de cet accident, aucune douleur dans la tête, ni dans la région dorso-lombaire, ni dans les membres inférieurs. Sa paralysie était parfaitement limitée aux muscles moteurs de la portion lombaire du rachis. En effet, dans le décubitus dorsal, même sur un plan incliné, il ne pouvait infléchir le tronc en avant, ni latéralement, et alors ses muscles de l'abdomen et carrés des lombes restaient inertes ; placé dans la station assise, son tronc tombait en avant, sans qu'il pût le redresser, et l'on sentait que ses spinaux lombaires étaient inactifs. Aucun de ces muscles paralysés ne répondait à l'excitation électrique ; tous les autres muscles avaient conservé leur motilité et leur force. Lorsque, par exemple, il était couché sur l'un de ses côtés ou sur le dos, il exécutait avec tant de force tous les mouvements de la cuisse sur le bassin, qu'il m'était impossible de m'y opposer. — J'ai essayé vainement, avec l'assistance de plusieurs aides, de le tenir quelques secondes en équilibre dans la station assise, à la manière des anatomistes qui ont avancé que l'on pouvait ainsi l'obtenir chez un cadavre. Dès qu'il était abandonné à lui-même, le corps s'affaissait ou en avant, ou en arrière, ou latéralement. — Enfin cet individu ne pouvait mar-

cher que sur ses genoux et ses mains (à quatre pattes, comme on dit), et encore ne pouvait-il le faire longtemps, sans fatigue, car ses spinaux lombaires étant paralysés, ses vertèbres lombaires, cédant au poids des viscères abdominaux, décrivaient une courbe lombo-sacrée considérable.

Un autre fait physiologique important est mis en lumière par ces observations cliniques, à savoir : *l'action synergique, dans la station verticale, des muscles qui fléchissent les vertèbres lombaires* (les muscles abdominaux) *et de leurs extenseurs* (les spinaux lombaires). Les physiologistes n'avaient pas même entrevu ce fait; il est cependant incontestable. En effet, je viens de montrer que l'attitude et la conformation du tronc changent, pendant la station verticale, à l'instant où la force de ses muscles fléchisseurs est diminuée, et que le bassin s'incline davantage, afin de faire supporter le poids du tronc par les extenseurs des vertèbres lombaires.

B. — COURBURE LOMBO-SACRÉE ET INCLINAISON DU BASSIN, A L'ÉTAT NORMAL. — LEUR VALEUR COMME CARACTÈRES ETHNOLOGIQUES. — MÉCANISME DE LEUR DÉVELOPPEMENT ET INCONVÉNIENTS DE L'ENSELLURE PHYSIOLOGIQUE. — QUEL DOIT ÊTRE LEUR DEGRÉ, AU POINT DE VUE ESTHÉTIQUE.

658. Quel est le degré de courbure lombo-sacrée du rachis et d'inclinaison du bassin, à l'état normal? Je vais exposer, en résumé, les recherches que j'ai faites sur cette question. J'ai tracé, d'après un grand nombre de sujets (une centaine environ), des dessins représentant, pendant la station debout, les courbures diverses de la colonne vertébro-crânienne, à l'état normal. Afin que mes dessins fussent exacts, j'ai appliqué contre les apophyses épineuses, de l'extrémité supérieure du cou à l'extrémité inférieure du sacrum, une tige flexible, articulée, qui pouvait conserver les différentes cour-

bures physiologiques du rachis, et qui m'ont servi à en tracer les figures sur le papier.

Les faits cliniques exposés dans le sous-paragraphe précédent ont fait naître les différentes questions que j'ai placées en tête de ce paragraphe et en seront le sujet. Il est résulté de ces recherches : 1° que, chez quelques sujets, la courbure lombo-sacrée était tellement prononcée, qu'on pouvait la désigner sous la dénomination d'*ensellure lombo-sacrée physiologique ;* 2° que, chez quelques autres, elle était à peine accusée ; 3° qu'elle existait à des degrés divers, intermédiaires entre ces limites extrêmes, chez le plus grand nombre.

Chez tous ces sujets, une ligne perpendiculaire, conduite de l'extrémité des apophyses épineuses dorsales les plus saillantes, se trouvait sur un plan d'autant plus antérieur, et l'obliquité du bassin était d'autant plus grande, que la courbure lombo-sacrée était plus prononcée. Ainsi, dans cette dernière condition, cette perpendiculaire tombait quelques centimètres en avant du point le plus saillant de la face postérieure du sacrum ; au contraire, elle se trouvait quelques centimètres en arrière de la face postérieure de cet os, lorsque la courbure sacro-lombaire était peu apparente.

Quant au degré d'obliquité du bassin, il m'était facile de l'apprécier, d'après la direction oblique de bas en haut et d'arrière en avant de la face postérieure du sacrum. —Est-il besoin de dire, en effet, que la direction du sacrum ne peut changer, sans que tout le bassin soit entraîné dans le même mouvement?

Quelle est la moyenne de tous ces degrés de courbures lombo-sacrées? Une règle de cette importance n'aura de valeur réelle, à mon sens, que lorsqu'elle aura été déduite

de plusieurs centaines de faits. Avant de me prononcer sur ce point, j'attendrai donc que mes recherches aient porté sur un assez grand nombre de sujets.

659. Je puis affirmer que l'ensellure physiologique est loin d'être rare. Ne sait-on pas, en effet, qu'elle est un des caractères ethnologiques de certaines races, de certaines familles; c'est ainsi que, par exemple, les femmes espagnoles et surtout les Andalouses sont renommées pour leur belle cambrure. J'ai vu des dames espagnoles dont l'incurvation lombaire était telle, et le mouvement d'extension des vertèbres lombaires si étendu, qu'elles pouvaient se renverser en arrière, jusqu'à toucher le sol avec leur tête. Je connais des familles de Lima, dans lesquelles l'ensellure est héréditaire; c'est la conformation générale des femmes de cette colonie fondée par l'Andalousie et dont elles ont conservé les caractères ethnologiques dans toute leur pureté. J'ai aussi constaté que l'ensellure physiologique est un des caractères distinctifs d'une partie de la population de Boulogne-sur-Mer, et surtout des femmes de cette ville. Enfin, j'ai vu la cambrure exister héréditairement d'une manière très-prononcée dans des familles, bien qu'elles fussent d'une race où en général elle est à peine accusée.

L'ensellure lombaire nécessite la formation d'une légère courbure dorso-cervicale en sens contraire, appelée, dans le langage physiologique, courbure de compensation, c'est-à-dire qui doit son origine aux efforts destinés à compenser une autre inclinaison du squelette, pour la conservation de l'équilibre. La succession de ces courbures, lorsqu'elles ne sont pas exagérées, donne beaucoup de grâce à la forme du tronc, dont les contours sont alors onduleux. J'ai remarqué aussi qu'il régnait, en général, un ensemble harmonieux dans

toute la personne des femmes qui m'ont présenté cette conformation du tronc : mains et pieds petits, bien attachés, cou gracieusement modelé, belles épaules, taille élégante, tels sont les caractères que j'ai rencontrés chez presque toutes. Les Andalouses et les femmes de Lima ont en outre une belle chevelure noire, des yeux grands et vifs. Les femmes de Boulogne-sur-Mer, qui ont une courbure lombo-sacrée très-prononcée, possèdent, pour la plupart aussi l'ensemble des caractères que je viens de décrire, et qui leur ont fait attribuer, par des naturalistes, une origine espagnole (1).

Il serait sans aucun doute intéressant de rechercher dans quelles autres races on observe l'ensellure physiologique, qui existe par exemple, au plus haut degré, chez certaines peu-

(1) « Plusieurs localités maritimes du nord-ouest et de l'ouest de la France, dit mon savant confrère M. Lagneau, auraient été en partie colonisées par des Basques. Quelques habitants de l'île de Bréat (département des Côtes-du-Nord), *beaucoup de femmes d'artisans et de bourgeois de Boulogne-sur-Mer* et surtout de Granville, remarquables par leurs cheveux noirs et par leur peau un peu brune, la forme gracieuse de leur cou et de leurs épaules, la vivacité de leurs yeux, paraîtraient descendre de ces colons. » (*Ethnologie de la France*, *Bulletin de la Société d'anthropologie*, t. II, séance du 16 mai 1861, p. 342.) — M. de Quatrefage, membre de l'Institut, le célèbre auteur des *Souvenirs d'un naturaliste* (*Revue des deux mondes*, t. II, 1860, p. 1082), a exprimé la même opinion que M. Lagneau, dans la discussion qui a eu lieu à la Société d'anthropologie, sur le remarquable travail de M. Lagneau (*Bull. de la Société d'anthr.*, t. II, séance du 16 mai 1861, p. 507). — Je ferai seulement observer que le genre de beautés si bien dépeintes par eux est plus rare à Boulogne que leur description semble le faire supposer. C'est principalement dans un petit village maritime, voisin de Boulogne, au Portel, que l'on trouve généralement les caractères ethnologiques qu'ils voudraient rattacher à ceux de la race basque. Quant à la question d'origine basque, attribuée par eux, à une partie de la race boulonnaise, je n'ai trouvé ni dans l'histoire de ma ville natale, ni dans ses archives, rien qui puisse justifier leur opinion.

plades sauvages, chez les Hottentots, par exemple (1); mais c'est une question d'ethnologie sur laquelle il serait inopportun de m'arrêter plus longuement.

660. Voici l'opposé de la conformation précédente. Les femmes chez lesquelles j'ai trouvé la colonne vertébrale très-droite, ou en d'autres termes, dont la courbure lombaire était faiblement accusée et dont le bassin était peu incliné, avaient, en général, un corps roide, à contours anguleux, les lignes du cou et des épaules disgracieuses, des mains grandes et des pieds longs plus ou moins plats. J'ai rencontré cet ensemble de caractères dans la population maritime d'un petit village appelé Andresselle, situé sur la côte, à l'est et à quelques kilomètres de Boulogne, dont l'origine pourrait bien être anglo-saxonne. Cette population contraste, par les formes disgracieuses du corps et par sa faiblesse relative, avec celle d'une autre village à l'ouest et à peu près à la même distance de Boulogne, appelé Portel, qui fournit à l'État des marins forts, d'une haute stature et bien tournés, où les femmes sont très-cambrées, d'une beauté remarquable, et possèdent, en un mot, les caractères ethnologiques d'une partie des femmes de Boulogne.

En résumé, il ressort de tous ces faits rigoureusement observés : 1° que l'ensellure lombo-sacrée physiologique et que la conformation opposée (c'est-à-dire celle où la courbure lombaire est à peine accusée), loin d'être rares ou exceptionnelles, sont un des traits caractéristiques de certaines

(1) Le cabinet d'anatomie du Jardin des plantes en possède un spécimen connu sous le nom de squelette de la Vénus hottentote. Enfin, on peut voir au musée Hartkoff, dans une des galeries du passage de l'Opéra, une femme hottentote boschisman, représentée en cire, d'après nature, de grandeur naturelle, et dont la tribu, dit le livret, est remarquable par la forme singulière du bassin qui est très-incliné.

races, de certaines familles; 2° que la moyenne entre ces limites extrêmes reste à rechercher.

661. Les différents degrés de courbure lombo-sacrée, que l'on observe à l'état normal, pendant la station debout, dépendent-ils d'un certain équilibre existant entre la force des extenseurs des vertèbres lombaires et celle de leurs fléchisseurs? Telle est aussi la question que doivent soulever les faits exposés ci-dessus; telle est la question que je me suis posée depuis le jour où j'ai recueilli quelques-uns de ces faits. Elle semble résolue par les faits cliniques dans lesquels on a vu la courbure lombo-sacrée augmenter en raison directe de l'atrophie ou de la paralysie des fléchisseurs du tronc (les muscles droit et obliques de l'abdomen). Il est donc rationnel d'attribuer l'ensellure lombo-sacrée physiologique à une faiblesse relative de ces mêmes muscles.

Cette hypothèse peut encore s'appuyer sur la remarque suivante. J'ai eu l'occasion de constater dans ma pratique, et surtout chez les boulonnaises et comparativement chez des femmes appartenant à diverses populations maritimes, voisines de Boulogne, que les parois abdominales des femmes dont l'ensellure était très-prononcée s'étaient laissé distendre outre mesure, et qu'après les premières grossesses, elles étaient restées relâchées et flétries. Au contraire, les parois abdominales des femmes dont la courbure sacro-lombaire était peu développée, étaient revenues sur elles-mêmes après plusieurs grossesses; leur ventre était aussi plat et leur peau aussi tendue que chez une jeune fille. J'ai trouvé peu d'exceptions à cette règle.

Ce relâchement et cette flaccidité des parois abdominales, consécutivement à la grossesse, chez les femmes dont l'en-

sellure lombo-sacrée est très-prononcée, me semble ne pouvoir s'expliquer autrement que par le défaut de force tonique des muscles des abdominaux.

Les conséquences de l'ensellure physiologique, en d'autres termes, la faiblesse des parois abdominales, sont souvent pénibles pour les femmes et occasionnent quelquefois une véritable infirmité. Après la première ou la seconde grossesse, leur ventre est tellement développé par la dilatation immodérée de la masse intestinale, que la taille et le tronc se déforment ; que plus tard la marche et la station ne peuvent se prolonger un peu, sans provoquer de la fatigue et quelquefois de la douleur dans leur région lombaire ; enfin que des douleurs internes, une déviation ou un abaissement de l'utérus, les obligent de porter une ceinture qui vient en aide à leur paroi abdominale, impuissante pour soutenir les viscères. La faiblesse extrême des parois abdominales occasionne d'autres désordres fonctionnels que j'ai exposés précédemment.

Est-il besoin de faire ressortir le côté pratique de cette étude? Aujourd'hui que le mécanisme de la formation de la courbure lombo-sacrée est éclairé par mes recherches électro-physiologiques, tout le monde ne doit-il pas entrevoir le moyen de la modérer ou de la développer à volonté, en augmentant ou en diminuant la force des fléchisseurs du tronc (les muscles de l'abdomen) relativement à celle de ses extenseurs (les spinaux lombaires)? — Ce n'est point ici le lieu de m'étendre sur les moyens d'obtenir ces résultats, surtout par la gymnastique ; je me bornerai à en signaler l'indication.

662. Il est résulté des faits précédents, que l'ensellure lombo-sacrée physiologique est loin d'être rare. Or, dans

ce cas, le bassin éprouve un mouvement de bascule en vertu duquel l'angle sacro-vertébral devient plus antérieur et les articulations coxo-fémorales plus postérieures.

D'autre part, il a été établi que la courbure lombo-sacrée est quelquefois à peine accusée, et que dans ces cas, l'obliquité du bassin est très-faible.

Enfin, entre ces extrêmes opposés, existent des degrés différents d'inclinaison du bassin.

Ces faits expliquent la diversité des opinions exprimées par les anatomistes sur l'obliquité du bassin, à l'état normal. Ainsi Osiander donne à l'angle du diamètre antéro-postérieur du détroit supérieur 30 degrés, Levret 35, tandis que, d'après les mesures précises de Naegele, il serait de 60 degrés, terme moyen, chez la femme, et d'après les frères Weber, de 63 à 64, chez l'homme et la femme (1).

Ces divers degrés d'inclinaison doivent se rencontrer dans les faits que j'ai observés; ainsi les 30 à 35 degrés d'inclinaison d'Ossiander et de Levret correspondraient à la courbure lombo-sacrée la plus faible; mais les 60 à 64 degrés de Naegele et de MM. Weber, ne représenteraient qu'une courbure lombo-sacrée moyenne, et dans le cas d'ensellure physiologique dont il vient d'être question, ils devraient être dépassés d'environ 10 degrés, si j'en juge du moins par la direction plus oblique de bas en haut et d'arrière en avant qu'affecte alors le sacrum. Quoi qu'il en soit, je crois que l'inclinaison de 63 à 64 degrés du bassin, et que la courbure lombo-sacrée qui lui est inhérente, sont les plus générales.

(1) *Encyclopédie anatomique*, t. II, *Ostéologie et syndesmiologie*, par Soemmerring; *Mécanique des organes de la locomotion chez l'homme*, par G. et E. Weber, traduit de l'allemand par A. J. L. Jourdan. Paris, 1843.

Cela ne veut pas dire que cette dernière courbure doive être imposée à l'esthétique, comme absolue, comme règle appartenant aux plus belles formes, puisqu'il est démontré que l'ensellure physiologique est un des caractères distinctifs de quelques races, puisqu'elle règne héréditairement dans certaines familles, dans certaines localités, — ce dont l'artiste doit tenir compte, — puisqu'enfin elle est considérée avec raison comme ajoutant singulièrement à la beauté des lignes du corps, surtout chez les femmes. L'art antique, d'ailleurs, viendrait protester contre une telle loi ; car on retrouve, dans quelques statues, de très-beaux types d'ensellures qui étaient très-recherchés chez les Grecs. On sait en effet que la Vénus callipyge tire son nom de ce genre de beauté.

C. — INFLUENCE DES MUSCLES QUI MEUVENT LES VERTÈBRES DORSALES ET CERVICALES SUR L'ATTITUDE ET SUR LA CONFORMATION DES DIFFÉRENTES PORTIONS DE LA COLONNE VERTÉBRO-CRANIENNE, DANS LA STATION DEBOUT, ÉTUDIÉE A L'AIDE DE L'OBSERVATION CLINIQUE.

663. Quelle est l'influence de l'affaiblissement ou du défaut d'action des muscles extenseurs de la portion dorso-cervicale sur l'attitude et sur la conformation de la colonne vertébro-crânienne ? Lorsqu'on a vu la paralysie des extenseurs des vertèbres lombaires (des spinaux lombaires) produire une sorte de lordose (voy. 651), on pourrait s'attendre à observer un phénomène analogue, consécutivement à la paralysie des extenseurs des vertèbres dorsales et cervicales. C'est cependant le contraire qui a lieu; l'atrophie musculaire progressive m'a fréquemment offert l'occasion de le constater.

Si, en effet, après avoir détruit, en totalité ou en partie, l'écorce musculaire de la portion thoracique du tronc, cette

maladie commence à atteindre les extenseurs dorsaux et cervicaux (le grand épineux du dos, les faisceaux dorsaux de terminaison internes transversaires du long dorsal, les cervicaux descendants, les transversaires épineux dorsaux et les interépineux du cou), la portion dorso-cervicale du rachis s'infléchit progressivement en avant, en décrivant une courbe à convexité postérieure, qui a été appelée cyphose. — J'ajouterai que j'ai constaté, chez les individus dont les extenseurs spinaux dorsaux et cervicaux étaient ainsi atrophiés, que les gouttières vertébrales se creusaient proportionnellement au degré de l'atrophie de ces muscles et que l'exploration électrique n'en pouvait plus relever l'existence.

L'individu qui présente cette courbure peut la redresser, lorsque l'atrophie n'est pas trop avancée et si on le lui commande ; mais il n'essaye jamais de le faire, parce que ce redressement exige de sa part un effort qui le fatigue promptement. Aussi sa colonne vertébrale présente-t-elle toujours, dans la station debout, une cyphose dorso-cervicale, qui ne disparaît que dans le décubitus dorsal sur un plan résistant.

J'ai vu naître et se développer, chez un jeune homme, une cyphose dorso-cervicale par affaiblissement ou paralysie des extenseurs spinaux dorsaux et cervicaux; en moins de deux ans, elle était arrivée à former une courbe à convexité postérieure considérable. (J'en ai pris la photographie.)

Il existe, au moment où j'écris ces lignes, un autre exemple de cyphose dorso-cervicale, par faiblesse musculaire, survenue depuis trois ans, sans cause appréciable, chez un homme âgé de soixante-six ans, qui se trouve actuellement à l'Hôtel-Dieu, dans le service de M. Gueneau de Mussy. Il peut redresser un instant sa colonne vertébrale, mais avec un grand

effort qui l'épuise; il retombe ensuite bien vite dans son attitude vicieuse.

Bien que, dans cette espèce de cyphose spontanée, on n'observe pas de paralysie des membres, il me semble rationnel de l'attribuer à une faiblesse ou à un défaut d'action des muscles spinaux dorsaux et cervicaux.

Enfin j'ai vu plusieurs fois, dans l'atrophie musculaire progressive, la cyphose parfaitement limitée à la région dorsale, et plus tard devenir dorso-cervicale.

664. Dans la cyphose par atrophie ou paralysie des muscles spinaux dorsaux et cervicaux, une verticale conduite des apophyses spinales les plus saillantes passe très en arrière (quelque fois 10 à 15 centimètres), de la face postérieure du sacrum de même que dans la lordose par atrophie des spinaux lombaires, représentée dans la figure 88; ce qui donne une apparence de ressemblance à ces deux espèces de déformation du rachis. Je vais démontrer cependant qu'après un examen attentif on ne saurait les confondre.

Par le fait de l'inflexion exagérée en avant de la région dorso-cervicale du rachis, le poids des viscères ayant trop de tendance à entraîner le tronc dans la flexion en avant, la ligne de gravité du corps est ramenée plus en arrière, afin que celui-ci se trouve en équilibre. Or ce reculement de la ligne de gravité du corps est obtenu seulement par une plus grande extension du bassin sur les fémurs, sans que la courbure lombo-sacrée physiologique doive être augmentée.

On se rappelle que les choses se passent différemment dans la lordose par atrophie des spinaux lombaires; que le tronc est renversé en arrière, jusqu'à ce que les muscles de l'abdomen valides aient seuls à supporter le poids du tronc et puissent ainsi prévenir une chute, en soutenant l'effort de

la pesanteur. Mais ici, pour que la ligne de gravité du tronc soit assez rejetée en arrière, il ne suffit pas que le bassin soit dans une extension extrême, comme dans le cas précédent, il faut encore que le tronc se trouve dans la plus grande extension, jusqu'à former un angle au niveau des dernières vertèbres lombaires.

On conçoit donc que, dans la cyphose dorso-cervicale par atrophie des spinaux dorsaux et cervicaux, l'attitude et la déformation du tronc doivent être bien différentes de celles que l'on observe dans la lordose par atrophie des spinaux lombaires.

665. Je dois rappeler ici que la portion supérieure du grand dorsal concourt puissamment à maintenir la rectitude du tronc, en effaçant les épaules, et qu'elle s'oppose surtout à la courbure antéro-postérieure de la portion dorsale de la colonne vertébrale (voy. 99).

666. J'ai eu l'occasion de voir la scoliose naître et se développer chez un enfant, consécutivement à la paralysie atrophique de la masse musculaire qui occupait le côté droit de ses vertèbres lombaires. Cet enfant m'avait été présenté vers l'âge d'un an et demi ; je l'ai revu ensuite à l'âge de six ans. La portion lombaire de sa colonne vertébrale s'était infléchie progressivement du côté gauche, en formant, à partir de la neuvième vertèbre dorsale, une courbure dont la convexité regardait le côté atrophié, où l'on voyait un relief formé par les parties latérales des vertèbres lombaires reconnaissables au toucher, tandis que le côté opposé était déprimé. Le tronc était déjeté à droite ; la portion dorsale du rachis offrait une courbure en sens contraire, dite de compensation. La scoliose disparaissait presque instantanément, lorsque l'on faisait incliner le tronc en avant, et la colonne vertébrale ne présen-

tait plus qu'une courbure lombo-dorsale à convexité postérieure; ce qui prouvait que les spinaux lombaires du côté sain n'étaient pas rétractés. Il n'existait point de rachitisme, ni d'inégalité de longueur des membres inférieurs, aucune autre cause enfin que le défaut d'action des spinaux lombaires du côté droit, qui eût pu concourir à la formation de la scoliose. — J'ai observé, dans la paralysie atrophique de l'enfance, plusieurs cas analogues, à des degrés divers, mais bien moins prononcés que le précédent.

Tous ces faits m'ont démontré que, consécutivement à la paralysie unilatérale des spinaux lombaires, une scoliose se forme progressivement, sous l'influence de la contraction unilatérale et continue des spinaux lombaires du côté sain.

667. Ces faits incontestables semblent donner gain de cause à quelques-unes des théories anciennes qui expliquaient la scoliose par l'action unilatérale ou inégale des muscles moteurs du rachis, et principalement à celle de Morgagni qui s'était demandé si *cette contraction des muscles d'un côté peut dépendre de convulsions ou d'une plus grande force naturelle de ses muscles, ou encore d'un affaiblissement des muscles opposés par une paralysie ou une autre cause* (1).

(1) Voici comment M. Bouvier expose cette question historique (*Loc. cit.*, *Etiologie de la scoliose*, p. 474) : « Selon Mayow (*De rachitide*, 1650), ce sont les muscles trop courts pour le squelette, qui le forcent à se recourber. — Méry (*De rachitide*, 1680) a étendu et quelque peu modifié l'explication de Mayow, en admettant que les muscles de l'épine, contractés avec force d'un seul côté, produisent sa courbure latérale et tous les désordres qui s'ensuivent. — Morgagni (*Mém. de l'Académie des sciences*, 1706) complète encore cette théorie, en disant que cette contraction des muscles d'un côté peut dépendre de convulsions ou d'une plus grande force naturelle de ces muscles, ou encore *d'un affaiblissement des muscles opposés par une paralysie ou une autre cause.* Morgagni est seulement un peu embarrassé par le fait de l'existence de plusieurs courbures opposées, car

Mais Morgagni semble être resté dans le doute, car il ne comprenait pas le mécanisme de la formation de plusieurs courbures opposées. « On ne voit pas, dit-il, comment la paralysie alterne. »

En effet, l'on croyait, d'après des anatomistes, que le long dorsal exerçait une action rotatrice sur les vertèbres lombaires et sur les dernières dorsales (voy. 644). Or, comme cette action rotatrice a lieu en sens contraire des transversaires épineux de ces vertèbres, il était rationnel d'en conclure que, par la contraction simultanée et unilatérale de tous ces muscles ou faisceaux musculaires, les actions rotatrices antagonistes étaient nécessairement neutralisées.

Aussi avait-on essayé d'expliquer toujours cette rotation des vertèbres, dans la scoliose, autrement que par l'action musculaire, par un excès de pression exercée sur l'un des côtés des vertèbres. Plusieurs théories avaient été proposées, à l'appui de cette opinion, entre autres, celle de Swagerman, médecin hollandais qui, selon A. Roy (1), professait en 1767 que les

alors, dit-il, « *on ne voit pas facilement comment la paralysie alterne* ».... — La plupart des modernes ont suivi la même voie que Mayow, Méry et Morgagni. — Schaw (*Loc. cit.*, p. 54) a vu la cause principale de la scoliose dans les attitudes des enfants, produites par la prédominance et l'action de certains muscles. — Pravaz (*Des déviations de la colonne vertébrale*), adoptant la même idée, intitule son chapitre de la vraie scoliose : *Déviations produites par l'inégale distribution des puissances qui agissent sur la colonne vertébrale;* et ces puissances ce sont les muscles. Pravaz revint plus tard à l'idée pure de Mayow (*Journ. de méd. de Lyon*, 1844)... ... — Delpech seul battit en brèche la doctrine généralement adoptée ; il prouva que les attitudes étaient plus souvent l'effet que la cause, et il se rapprocha de Glisson, en cherchant, dans le rachis même, la cause première de sa déformation..... — Puis est venue la *Doctrine de la rétraction musculaire* (de M. J. Guérin reprenant les idées de Méry et de Morgagni, etc.)....

(1) *De scoliosi*, Leide, p. 66.

apophyses articulaires ne permettant pas aux corps vertébraux de s'incliner directement les uns vers les autres, dans les fortes courbures, obligent les vertèbres à tourner les unes sur les autres, et l'explication de Pravaz invoquant la direction naturelle des facettes des apophyses articulaires (1).

Ces théories sont loin d'être satisfaisantes; il me suffira de faire remarquer, avec M. Bouvier, que les vertèbres peuvent être inclinées directement sur le côté, sans tourner le moins du monde autour de leur axe. M. Bouvier, après avoir posé cette question: « Comment, ajoute mon savant ami, l'excès de pression sur un des côtés des vertèbres les fait-il tourner autour de leur axe vertical? Il faudrait un Euclide pour résoudre complétement ce problème de mécanique » (2). D'ailleurs, je rapporterai bientôt un cas d'inclinaison latérale directe, dans la région lombaire du rachis, qui a existé d'une manière continue, depuis huit mois, sous l'influence de la contraction du carré des lombes, et peut-être des intertransversaires lombaires, sans avoir encore produit la rotation des vertèbres lombaires (voy. 674).

668. Les faits mis en lumière par mes expériences électro-physiologiques, vont permettre d'expliquer, à l'aide de l'action musculaire, la rotation des vertèbres et la déformation consécutive des vertèbres qui produit la scoliose paralytique.

En effet, j'ai démontré (voy. 632), expérimentalement, que le long dorsal ne peut être considéré comme rotateur des vertèbres lombaires et des dernières dorsales, et qu'il n'est pas antagoniste des transversaires épineux, seuls rotateurs postérieurs de la colonne vertébrale.

(1) *Des déviations de la colonne vertébrale.* 1827, p. 96.

(2) *Loc. cit.*, p. 397.

Si donc on suppose que tous les muscles situés sur l'un des côtés de la région lombaire viennent à se contracter à la fois, les vertèbres de cette région seront fléchis obliquement en arrière et du côté contracté par les spinaux lombaires superficiels de ce côté, en décrivant une courbe, sous l'influence des spinaux lombaires profonds (les transversaires épineux lombaires) du même côté, et en exécutant un mouvement de rotation, en vertu duquel la face antérieure de la colonne lombaire tendra à regarder du côté opposé aux muscles contractés. Ces données physiologiques expliquent, on le voit, la formation des courbures de la scoliose lombaire paralytique, dans lesquelles la convexité et la face antérieure des vertèbres sont tournées du côté opposé aux muscles contracturés.

669. Quant à l'existence des deux courbures opposées qui embarrassaient tant Morgagni, le mécanisme de leur formation est devenu facile à expliquer, depuis que j'ai démontré, par l'observation clinique, que les spinaux lombaires et les spinaux dorsaux peuvent être atrophiés ou paralysés isolément et qu'ils se contractent indépendamment les uns des autres. On conçoit en effet que, consécutivement à la paralysie ou à l'atrophie des spinaux lombaires d'un côté, les vertèbres lombaires et les dernières dorsales ayant été infléchies latéralement par les spinaux lombaires du côté sain, une courbure de compensation puisse être produite par la contraction des spinaux dorsaux du côté opposé. On se rappelle, du reste, que j'ai obtenu ces courbures en sens contraire du rachis, dans mes expériences électro-physiologiques (voy. 648). Ces incurvations, comme je l'ai dit, sont très-peu prononcées, lorsqu'elles sont uniquement dues à l'action musculaire. Cette action étant continue dans la sco-

liose atrophique ou paralytique, les vertèbres se déforment progressivement, dans le sens de l'incurvation et de la rotation des deux portions du rachis; ce qui explique l'augmentation progressive de cette scoliose?

Est-il besoin de dire que la scoliose paralytique ne peut avoir lieu, lorsque l'atrophie ou la paralysie des muscles spinaux atteint à la fois la portion lombaire et la portion dorsale du rachis; j'ai vu, dans ce cas, se former une longue courbure latérale lombo-dorsale.

670. En résumé, les faits cliniques exposés dans ce paragraphe, ont démontré que les cervicaux descendants et le grand épineux du dos (extenseurs des vertèbres dorsales), sont indépendants et doivent être distingués des sacro-lombaires et des longs dorsaux proprement dits (extenseurs des vertèbres lombaires), en montrant qu'ils s'atrophient isolément les uns des autres; que les troubles occasionnés par leur atrophie ou leur paralysie, dans l'attitude et la conformation du rachis, sont essentiellement différents.

Ces faits démontrent encore combien les extenseurs des vertèbres lombaires sont plus utiles que ceux des vertèbres dorsales. La cyphose dorsale est, en effet, la seule conséquence de l'atrophie des extenseurs des vertèbres dorsales; alors la station et la marche ne s'en font pas moins bien. Au contraire, la perte des extenseurs des vertèbres lombaires occasionne les plus grands troubles fonctionnels, non-seulement dans l'attitude du tronc (voy. 651), mais encore dans l'équilibre qui, pendant la station et surtout pendant la marche, est très-difficile à conserver; alors, le moindre choc peut produire une chute. Les extenseurs et les fléchisseurs des vertèbres lombaires sont-ils atrophiés en même temps,

la station debout ou assise devient absolument impossible (voy. 657).

D. — ATROPHIE, PARALYSIE, CONTRACTURES OU SPASMES DES MUSCLES QUI MEUVENT LA PORTION CERVICALE DU RACHIS OU LA TÊTE.

J'ai recueilli un grand nombre de cas d'atrophies, de paralysies, ou de contractures partielles des muscles moteurs du cou et surtout de la tête. La relation de chacun de ces faits offrirait certainement un grand intérêt, au point de vue physiologique. Mais ils sont seulement, pour la plupart, confirmatifs des opinions que l'on a professées jusqu'à ce jour sur l'action individuelle et sur les fonctions de ces muscles. Et puis, — le dirai-je? — je me vois forcé de terminer ce livre peut-être trop étendu. Je choisirai donc, parmi tous ces faits, seulement quelques-uns de ceux qui portent en eux-mêmes un enseignement physiologique nouveau.

671. En raison de quelques attaches inférieures des grands muscles extenseurs de la tête (les splénius, les grands complexus) aux apophyses épineuses et aux apophyses articulaires des quatre à cinq premières vertèbres dorsales, on a pu croire que ces muscles, non-seulement étendent la tête sur le cou, mais aussi qu'après avoir produit ce mouvement, ils étendent les vertèbres cervicales sur les vertèbres dorsales. J'ai fait voir cependant que l'excitation la plus forte de ces muscles ne produit que le renversement de la tête, et qu'ils paraissent être sans action appréciable sur l'extension des vertèbres cervicales (voy. p. 713 4°).

On aurait pu objecter que la contraction nerveuse volontaire de ces muscles, infiniment plus puissante que l'excitation électrique, produit ce mouvement d'extension du cou; mais l'observation clinique prouve qu'il n'en est pas ainsi. En

effet, les sujets chez lesquels j'ai vu le cou s'infléchir sur le tronc, consécutivement à l'atrophie des extenseurs des vertèbres cervicales, ne pouvaient redresser leur cou, bien qu'ils contractassent vigoureusement leurs extenseurs de la tête; celle-ci se renversait seulement fortement en arrière.

672. Lorsque le cou reste dans la flexion continue, consécutivement à la paralysie de ses extenseurs, le sujet ne peut faire regarder sa face complétement en avant, quelque renversée que soit sa tête en arrière par ses extenseurs; alors, afin d'y parvenir, il contracte très-fortement ses spinaux dorsaux, et il en résulte, à la longue, une lordose dorsale avec déformation des côtes et aplatissement du thorax, et conséquemment avec diminution considérable de son diamètre antéro-postérieur. — J'ai vu, dans un cas semblable, ce diamètre réduit à 4 ou 5 centimètres, chez un sujet qui n'était pas rachitique. On conçoit qu'il devait en résulter une grande gêne pour les viscères thoraciques et pour leur fonctionnement. Cette lordose dorsale se continuait avec la courbure lombo-sacrée qui avait été aussi un peu exagérée instinctivement par ce sujet, afin de ramener la ligne de gravité dans la base de sustentation.

Une lordose dorsale se développe de la même manière, lorsque le cou est maintenu fortement et constamment dans la flexion, par toute autre cause que la paralysie des extenseurs des vertèbres cervicales. J'ai photographié un enfant âgé de six ans, dont la portion cervicale du rachis s'était infléchie en avant, presque à angle droit, consécutivement à la carie du corps des deux premières dorsales, survenue vers l'âge de trois ans. Une lordose dorso-lombaire s'était développée progressivement, et augmentait par les efforts incessants qu'il faisait pour regarder devant lui. Sa

courbure dorsale à convexité antérieure avait augmenté, en trois années, au point que le diamètre antéro-postérieur de sa poitrine ne mesurait environ que 5 à 6 centimètres de la partie moyenne de son sternum à la face antérieure de ses vertèbres dorsales.

673. J'ai dit que l'on peut obtenir par la faradisation la contraction individuelle de chacune des portions du sterno-cléido-mastoïdien (voy. p. 715, 5°). L'observation clinique m'a fourni l'occasion de constater les mêmes contractions partielles de ce muscle, sous l'influence de causes diverses. J'ai vu, par exemple, plusieurs fois, chez un individu, des attaques épileptiques ou épileptiformes, précédées ou remplacées par le spasme clonique tantôt de la portion claviculaire et tantôt de la portion sternale du sterno-mastoïdien. Chez d'autres sujets, sous l'influence de causes ou d'affections nerveuses ou rhumatismales, l'une ou l'autre portion de ce muscle s'est contractée pendant un temps plus ou moins long et à degrés divers.

Dans tous les cas, le sterno-mastoïdien, à un léger degré de contraction, faisait tourner la tête du côté opposé et ne la fléchissait fortement, en même temps, qu'à une plus forte contraction; au contraire, les spasmes ou la contracture du cléido-mastoïdien produisaient d'abord un mouvement composé de flexion de la tête en avant et de son côté, mais la rotation de la tête n'avait lieu qu'à son maximum de contraction, et encore était-elle bien moins prononcée que par le sterno-mastoïdien.

En somme, l'observation clinique, d'accord avec l'expérimentation électro-physiologique, démontre que la portion sternale du sterno-cléido-mastoïdien est plus rotatrice de la tête que sa portion claviculaire, et que celle-ci en produit

davantage la flexion oblique en avant et de son côté que la première ; il résulte aussi des observations cliniques exposées ci-dessus, que ces deux portions jouissent d'une indépendance nerveuse.

Tous ces faits semblent justifier la division par Albinus et par quelques autres anatomistes, du sterno-cléido-mastoïdien, en deux muscles distincts : le cléido-mastoïdien et le sterno-mastoïdien. Cependant, bien que j'aie constaté que, dans certaines circonstances, chacun d'eux fonctionne isolément, comme, par exemple, le sterno-mastoïdien pendant la rotation sans effort de la tête, je ne vois aucun inconvénient à leur conserver la dénomination commune de sterno-cléido-mastoïdien, parce que ces deux portions entrent toujours en action, lorsque leurs mouvements se produisent avec un peu de force.

674. De même que l'observation clinique a établi que les extenseurs et les fléchisseurs des vertèbres lombaires et des dernières dorsales entrent synergiquement en action, afin de maintenir, pendant la station debout, le tronc dans son attitude normale, de même elle va démontrer que les muscles extenseurs et fléchisseurs de la tête combinent leur action, afin d'obtenir l'attitude normale de celle-ci, pendant la station verticale debout ou assise.

C'est ce qui résulte des faits cliniques suivants :

1° La tête qui repose sur l'articulation occipito-atloïdienne, et représente un levier de premier genre dont le point d'appui, lorsque l'homme est immobile et dans la station debout, siége dans cette articulation, tend à s'infléchir en avant, en raison de son poids. Mais cette tendance est si faible, qu'il semble que la résistance du ligament jaune devrait main-

tenir la tête en équilibre, et que, pour cela du moins, la plus légère contraction de ses extenseurs est suffisante.

L'observation clinique apprend cependant qu'il faut accorder une plus grande part à l'action des extenseurs de la tête. En effet, à peine ces muscles sont-ils atrophiés ou affaiblis à un degré moyen, que, pendant la station verticale, les malades éprouvent de la fatigue dans la partie postérieure du cou, et qu'ils renversent leur tête en arrière, afin de reposer leurs extenseurs, et de faire supporter son poids par les muscles fléchisseurs valides. C'est l'attitude toujours donnée instinctivement par le malade à sa tête, lorsque ses extenseurs sont entièrement atrophiés ou paralysés. — On se rappelle que le tronc prend une attitude analogue, lorsque les extenseurs des vertèbres lombaires sont atrophiés ou paralysés.

2° Il avait semblé rationnel d'admettre que les extenseurs de la tête entrent seuls en action, pendant la station debout, pour la maintenir en équilibre contre l'effort de sa pesanteur en avant. Cependant, l'observation clinique, on va le voir, démontre qu'il n'en est pas ainsi.

Trois fois j'ai constaté l'atrophie des deux sterno-cléido-mastoïdiens, chez des sujets dont les extenseurs de la tête étaient intacts ; à l'exploration électrique, je ne retrouvai plus de traces des premiers. Alors, dans le décubitus dorsal, les sujets ne pouvaient fléchir la tête ; dans la station verticale, elle tombait en arrière, sans qu'ils pussent la retenir. Afin d'empêcher ce renversement de la tête en arrière, lorsqu'ils étaient debout et surtout pendant la marche, ils étaient forcés de maintenir le cou ou le tronc penché en avant, jusqu'à ce que le poids de la tête se trouvât en équilibre avec la résistance de ses extenseurs.

3° Voici un autre fait qui démontre encore que les extenseurs agissent synergiquement pour maintenir la tête dans son attitude normale, pendant la station. Chez un individu que j'ai rencontré, en 1866, à l'Hôtel-Dieu (service de M. Vernois), le sterno-cléido-mastoïdien s'était entièrement atrophié, consécutivement à une opération chirurgicale pratiquée de ce côté du cou. Pendant la station verticale, la tête avait une tendance à tourner vers le côté lésé; pour empêcher, pendant la marche, ce mouvement de rotation, il fallait que le sujet y prêtât son attention.

4° On sait que l'abus d'une fonction musculaire, surtout lorsqu'elle exige des efforts de contractions continus ou trop prolongés, peut provoquer le spasme d'un ou de plusieurs des muscles qui concourent à cette fonction, spasme qui n'apparaît que pendant ou après l'exercice de cette fonction (1). Eh bien ! j'ai vu le spasme des deux sterno-cléido-

(1) Cette affection avait été décrite sous le nom de crampe des écrivains, parce qu'on ne l'avait observée qu'à la main, chez des personnes qui, en raison de leur profession, avaient dû écrire trop précipitamment et pendant un temps trop long. Ayant observé ce genre de spasmes dans un grand nombre de régions du corps, j'ai décrit cette maladie, sous la dénomination générale de *spasmes fonctionnels*, c'est-à-dire spasmes temporaires d'un ou de plusieurs des muscles qui concourent à une fonction musculaire quelconque. Ainsi, j'ai rapporté des exemples de ces spasmes qui siégeaient dans les pronateurs ou les supinateurs, dans les rotateurs de l'humérus (les sous-épineux et sous-scapulaires), dans les fléchisseurs d'un des membres inférieurs, dans l'un des muscles moteurs de l'œil, dans des muscles respirateurs, et enfin dans l'un des muscles moteurs de la tête. — M. le professeur Nélaton a décrit, le premier, en 1866, dans l'une de ses belles leçons cliniques, une nouvelle variété de contracture siégeant dans certains muscles moteurs du pied et ne survenant que pendant la marche. Il l'a comparée, avec raison, à la crampe des écrivains. Il en a obtenu la guérison par la section des péroniers. — Dans tous ces cas, l'un des muscles qui concouraient à une fonction musculaire, était toujours affecté. — Quelquefois, au lieu d'un spasme fonctionnel, c'est une paralysie fonctionnelle qui se produit. J'ai

mastoïdiens, ne survenant que pendant la station debout, chez un individu qui avait fatigué considérablement ses muscles moteurs du cou, en exerçant son état de paveur (1). Ce spasme ne se produisait plus, pendant la station debout, lorsque sa tête trouvait un point d'appui en arrière, c'est-à-dire lorsque ses sterno-cléido-mastoïdiens étaient au repos.

Ce fait clinique concourt, avec les précédents, à prouver que les sterno-cléido-mastoïdiens entrent dans l'acte de coordination qui produit la rectitude de la tête, pendant la station verticale.

E. — CONTRACTURE DES FLÉCHISSEURS LATÉRAUX DES VERTÈBRES LOMBAIRES : LE CARRÉ DES LOMBES ET LES INTERTRANSVERSAIRES LOMBAIRES.

675. L'observation clinique m'a permis de constater plusieurs fois la flexion latérale directe de la colonne vertébrale, dans la région lombaire, produite par la contracture unilatérale du carré lombaire et peut-être des intertransversaires lombaires. — On se rappelle qu'il m'avait été impossible d'étudier l'action propre de ces muscles par la faradisation localisée.

Dans trois cas, j'ai vu cette contracture n'apparaître que pendant la station debout. Les malades l'attribuaient ou à un travail forcé ou à une chute. Elle avait duré de quelques mois à un an. J'ai pu observer l'un de ces cas, dès le début.

observé sept cas de paralysie fonctionnelle du long péronier latéral, survenant pendant la marche, et en général chez des adolescents. Je les ai guéries, pour la plupart, par la faradisation du long péronier latéral. Depuis longtemps j'avais relaté cette paralysie fonctionnelle siégeant à la main et à l'épaule.

(1) Cette observation a été relatée avec détails dans le *Bulletin de thérapeutique* et dans ma deuxième édition de l'*Électrisation localisée*. Paris, 1861, p. 940, obs. CCXXXIV.

Voici en résumé les symptômes principaux de cette contracture. Les membres inférieurs étant également étendus et rapprochés l'un de l'autre et les crètes iliaques étant à la même hauteur, le tronc s'infléchissait sur l'un des côtés, au niveau de la région lombaire, et la colonne vertébrale décrivait deux légères courbures, l'une lombaire, dont la convexité regardait le côté opposé, l'autre dorsale, en sens contraire, par compensation. Les efforts que l'on faisait, pour redresser le tronc, provoquaient de la douleur et une résistance invincible dans la région lombaire du côté infléchi. De ce côté, le corps était déjeté et la hanche effacée, et du côté de la flexion latérale dorsale, l'épaule était abaissée. Dans la station assise on observait les mêmes incurvations en sens contraire de la portion lombaire et de la portion dorsale du rachis.

Quelle était la cause de cette inflexion latérale du tronc, pendant la station verticale ? Qu'est-ce qui pouvait brider ainsi le mouvement latéral en sens contraire du tronc sur le bassin ? Il n'existait pas de rachitisme, ni de mal vertébral. Pendant la station verticale, les spinaux lombaires n'étaient pas plus contractés d'un côté que de l'autre. On ne voyait pas de relief musculaire, au niveau de l'une des gouttières vertébrales, qui indiquât une rotation du rachis. Les muscles de l'abdomen n'étaient pas contracturés. En comprimant le flanc du côté infléchi, la main sentait une résistance qui augmentait, lorsque l'on essayait de redresser le tronc. Cette résistance existait au niveau du carré lombaire. Enfin, le corps reposant sur un plan horizontal, sur le dos ou sur le ventre, je pouvais fléchir le tronc librement à droite ou à gauche sur le bassin ou mouvoir latéralement celui-ci sur le tronc.

De ce qui précède, il résulte donc que l'inclinaison latérale du tronc était produite par une contracture qui n'avait lieu

que pendant la station verticale, et que cette contracture siégeait dans le carré lombaire et peut-être aussi dans les intertransversaires lombaires du côté infléchi.

En novembre 1866, j'ai observé, chez une jeune fille âgée de dix-sept ans, dans le service de M. Verneuil (hôpital de la Riboisière), un cas analogue aux précédents, dont il ne diffère que par la continuité de la contracture dans la position horizontale, comme dans la position verticale. Cette contracture existait dans le flanc droit; si le tronc reposait horizontalement sur le dos ou sur le ventre, ce n'était plus le tronc qui était incliné sur le bassin, mais la hanche droite, qui était élevée; de là, une obliquité latérale du bassin, que l'on ne pouvait redresser, en tirant fortement sur le membre inférieur droit ou en refoulant de bas en haut celui du côté opposé. —Six mois avant son entrée à l'hôpital, cette jeune fille avait fait une chute de sa hauteur sur le sol. En voulant se retenir, elle avait ressenti une vive douleur dans la partie latérale et postérieure de la région lombaire droite. Depuis lors son tronc s'était incliné sur la hanche droite, sans qu'il pût être redressé.

En somme, le carré lombaire incline le tronc de son côté, en produisant une flexion lombaire latérale dont la convexité regarde le côté opposé, sans rotation des vertèbres, même après six à huit mois du durée, et provoque une courbure dorsale en sens contraire, par compensation. Cette double courbure latérale en S de la colonne vertébrale diffère de la courbure en S qui caractérise la contracture unilatérale des spinaux lombaires et la scoliose, parce que, dans ces derniers cas, les spinaux font un relief considérable, du côté correspondant à la convexité de la courbure lombaire, relief qui est occasionné par la rotation des vertèbres lombaires. — Il suffit de se rappeler le mécanisme de la contracture unilatérale

des spinaux lombaires, pour se rendre raison de la différence de la courbure en S qui lui est propre et de celle qui caractérise la contracture du carré lombaire et des intertransversaires lombaires.

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL

I. La masse de faisceaux que fournissent la sacro-lombaire et le long dorsal, s'attachent supérieurement aux quatre ou cinq dernières côtes et aux apophyses transverses des vertèbres lombaires, exercent sur ces vertèbres une action identique; ils leur impriment un mouvement oblique d'extension et de flexion latérale de leur côté, en d'autres termes, ils sont *extenseurs fléchisseurs latéraux des vertèbres lombaires et des vertèbres dorsales inférieures;* ils constituent physiologiquement un seul muscle que l'on peut désigner sous le nom de *spinal lombaire superficiel* (voy. 643). Par leur action combinée ils produisent l'extension directe des vertèbres lombaires et des dernières dorsales.

II. Des anatomistes (Diemenbroeck et Winslow) avaient établi que l'on avait confondu, sous le nom de sacro-lombaire et de long dorsal, quatre muscles parfaitement distincts anatomiquement (voy. 647).

L'expérimentation électrique montre que ces muscles qui forment le plan superficiel des muscles spinaux, doivent être divisés physiologiquement en muscles spinaux lombaires superficiels, et en muscles spinaux dorsaux superficiels, parce qu'on peut les faire contracter indépendamment les uns des autres (voy. 648), parce que dans certaines attitudes du tronc on les voit se contracter naturellement d'une manière indépendante, en produisant des courbures lombaires et dorsales en sens contraire (une fausse scoliose physiologique) (voy. 649),

parce qu'enfin l'observation clinique offre de fréquents exemples d'atrophies localisées bilatéralement ou unilatéralement, soit dans les spinaux lombaires (voy. 651), soit dans les spinaux dorsaux (voy. 663 et 664). Sans cette indépendance mutuelle des spinaux lombaires et des spinaux dorsaux la courbure en S de la scoliose ne saurait se produire.

III. Contrairement à l'opinion des anatomistes, en général, aucun des faisceaux du sacro-lombaire ou du long dorsal n'exerce sur les vertèbres une action rotatrice appréciable, lorsqu'elles se trouvent dans leur attitude normale, au repos musculaire (voy. 644).

IV. Les rotateurs essentiels des vertèbres sont les transversaires épineux, que j'appellerai, pour les distinguer des précédents, *spinaux profonds.* Ils exercent faiblement l'extension lorsqu'ils agissent unilatéralement, et ne deviennent puissants extenseurs que lorsqu'ils se contractent synergiquement de chaque côté (voy. 645).

V. Le degré d'inclinaison du bassin et, conséquemment, de la courbure lombo-sacrée, dépend de l'équilibre existant entre la force des muscles extenseurs des vertèbres lombaires et des dernières dorsales et entre celle des muscles qui les fléchissent.

Cette assertion repose principalement sur les faits cliniques suivants :

1° Lorsque les fléchisseurs des vertèbres lombaires (les muscles de l'abdomen) sont frappés d'atrophie, le bassin s'infléchit en avant, pendant la station et la marche, afin de faire porter tout le poids du tronc par les extenseurs des vertèbres lombaires (les spinaux lombaires) qui, pour ramener la ligne de gravité du tronc dans la base de sustentation, redressent la colonne vertébrale, dans sa portion lombaire, en produi-

sant une lordose (courbure lombo-sacrée). Cette lordose est d'autant plus prononcée, les fesses font un relief d'autant plus considérable, enfin une verticale conduite de l'apophyse épineuse dorsale la plus postérieure tombe d'autant plus en avant du point le plus reculé de la face postérieure du sacrum, que l'atrophie des muscles de l'abdomen est plus avancée (voy. 654 et fig. 99).

2° Les muscles extenseurs des vertèbres lombaires et des dernières vertèbres dorsales (spinaux lombaires) viennent-ils, au contraire, à s'atrophier, alors que les muscles de l'abdomen sont restés intacts, le bassin se place dans la plus grande extension possible, afin de rejeter le tronc plus en arrière et en faire supporter le poids par les muscles abdominaux valides (voy. 651 et 652). Il en résulte une sorte de lordose bien différente de la précédente (voy. fig. 98), car les fesses sont aplaties et une verticale qui part des apophyses dorsales les plus postérieures, tombe très en arrière de la face potérieure du sacrum (voy. 651).

VI. L'ensellure physiologique, en d'autres termes, la courbure lombo-sacrée et l'inclinaison très-prononcée du bassin, loin d'être rares, exceptionnelles, sont des caractères ethnologiques de certaines races, de certaines familles.

Elles donnent au corps la forme la plus gracieuse, chez les races ibériques, par exemple ; ou bien elles occasionnent à un degré exagéré une sorte de difformité du tronc, comme chez certaines races africaines ou indiennes (voy. 659).

Les caractères opposés, c'est-à-dire, une échine droite, roide, sans courbure lombo-sacrée apparente s'observent, par exemple, dans la race anglo-saxonne, en général, et dans d'autres races du nord de l'Europe (voy. 660).

VII. Les faits cliniques signalés ci-dessus (IV et V), dé-

montrent que l'ensellure physiologique est due à la faiblesse relative des parois abdominales ; ce qui est confirmé d'ailleurs, en général, par le développement considérable du ventre, pendant la grossesse, par le relâchement et la flétrissure des parois abdominales après l'accouchement ; tandis que, chez les femmes dont la courbure lombo-sacrée est peu apparente, la paroi abdominale, en raison de sa force, présente plus de résistance au développement de la grossesse ; elle revient sur elle-même et reste ferme et tendue, même après de nombreuses grossesses.

Les femmes dont l'ensellure physiologique est considérable, sont exposées à une déformation du ventre, après la grossesse et quelquefois à certaines infirmités.

Le mécanisme de la formation de l'ensellure physiologique étant aujourd'hui connu, il sera possible de la modérer à l'aide de la gymnastique (voy. 661).

VIII. Entre les extrêmes opposés d'inclinaisons du bassin, dont il vient d'être question (V et VI), existent de nombreux intermédiaires. Quelle doit en être la règle? On ne saurait en imposer à l'esthétique, d'une manière absolue (voy. 662).

IX. De l'ensemble des faits cliniques qui précèdent, il résulte que les fléchisseurs des vertèbres lombaires concourent synergiquement avec leurs extenseurs à maintenir la station. Ce fait est encore mieux démontré par le rétablissement de l'attitude normale du tronc, pendant la station sur les pieds, sous l'influence du retour progressif de la force des extenseurs des vertèbres lombaires, lorsque le tronc s'était renversé en arrière, après leur atrophie (voy. 653).

X. Les spinaux lombaires ont une utilité et une importance infiniment plus grandes que les spinaux dorsaux, au point de

vue de l'attitude verticale du tronc, pendant la station ou la marche, et au point de vue de sa conformation (voy. 669).

Cette proposition découle de l'observation clinique. En effet, les spinaux lombaires sont-ils paralysés bilatéralement, non-seulement il se forme une courbure lombaire antéro-postérieur, à convexité antérieure (lordose), mais aussi l'équilibre dans la station et la marche devient extrêmement difficile (voy. 651). Sont-ils atteints d'un seul côté, on voit se développer progressivement une scoliose, c'est-à-dire une déformation de la colonne vertébrale et de la cage thoracique (voy. 665); tandis que la paralysie double des spinaux dorsaux ne produit qu'une incurvation dorsale à convexité postérieure (cyphose), sans trouble appréciable dans la station et la marche (voy. 663 et 664), et que leur paralysie unilatérale déforme très-légèrement le rachis.

XI. L'excès d'action continue des spinaux dorsaux peut convertir la légère courbure normale à convexité postérieure de la région dorsale du rachis en une ligne droite et même en une courbure à convexité antérieure (lordose dorsale), d'où résulte une déformation du thorax, avec aplatissement et diminution plus ou moins grande de son diamètre antéro-postérieur.

Cet excès d'action des spinaux dorsaux est produit par un effort de compensation, lorsque la portion cervicale de la colonne vertébro-crânienne est maintenue dans la flexion, d'une manière continue, consécutivement à la paralysie des extenseurs des vertèbres cervicales, ou à la carie de l'une des dernières vertèbres cervicales ou des premières vertèbres dorsales, ou par une cause quelconque (voy. 671).

XII. Les recherches expérimentales que j'ai faites sur ceux des muscles moteurs des vertèbres cervicales et de la tête,

dans lesquels il m'a été possible de localiser l'excitation électrique, ont toujours confirmé l'opinion générale des auteurs sur l'action propre de ces muscles. Néanmoins j'ai à signaler, dans ce résumé, les particularités suivantes :

XIII. Pendant la station verticale les extenseurs et les fléchisseurs de la tête concourent à la maintenir droite sur le cou, dans son attitude normale. En effet, les individus dont les extenseurs de la tête sont affaiblis ou paralysés, la maintiennent renversée en arrière afin d'en faire supporter le poids par les fléchisseurs de la tête; si ces derniers au contraire sont paralysés, la tête est tenue un peu fléchie en avant, ainsi que le cou, de manière à en rejeter tout le poids sur les extenseurs.

XIV. La faradisation localisée peut faire contracter séparément la portion sternale et la portion claviculaire du sterno-cléido-mastoïdien (voy. p. 715, 5°).

Ces deux portions musculaires peuvent être également atteintes individuellement de spasmes. Dans ce cas, la portion sternale produit la rotation de la tête, d'une manière plus prononcée que la portion claviculaire. C'est l'inverse pour la flexion de la tête. Enfin je me crois fondé à dire que ces deux portions fonctionnent séparément, dans certaines circonstances (voy. 672).

Ces faits justifient l'ancienne division du sterno-cléido-mastoïdien en deux muscles distincts; le sterno-mastoïdien et le cléido-mastoïdien.

---

# APPENDICE.

THÉORIE DE LA COORDINATION DES MOUVEMENTS, DÉDUITE DES FAITS EXPOSÉS DANS CE LIVRE. — ATTITUDE MOTRICE INDÉPENDANTE DE LA VUE. — INDÉPENDANCE DE LA CONTRACTILITÉ VOLONTAIRE ET DE LA CONTRACTILITÉ ÉLECTRO-MUSCULAIRE. — INNERVATION COORDINATRICE.

## § I. — Théorie de la coordination des mouvements volontaires.

676. Je me propose d'expliquer, dans ce paragraphe, qui sera le complément des trois parties précédentes, le mécanisme des associations musculaires dont le concours est nécessaire à l'accomplissement des mouvements volontaires, mécanisme, j'oserai dire, à peine entrevu jusqu'à ce jour. Cette étude démontrera : 1° qu'un mécanisme aussi compliqué ne saurait être mis en jeu, sans un pouvoir coordinateur que l'on pourrait appeler *faculté coordinatrice de la locomotion;* 2° que cette faculté coordinatrice peut s'exercer indépendamment de la sensibilité et de la vue, qui néanmoins lui viennent en aide.

Ayant à faire connaître les troubles fonctionnels occasionnés, dans l'exercice de cette faculté coordinatrice, par une maladie que j'ai décrite, sous le nom d'*ataxie locomotrice progressive* (1), j'ai dû en faire précéder l'étude par une théorie de la coordination des mouvements. Cette théorie reposait entièrement sur des faits dont la découverte est due à l'expérimentation électro-physiologique et à l'observation clinique ; aussi aurais-je attendu jusqu'à ce jour pour l'exposer ici, et l'as-

(1) *De l'ataxie locomotrice progressive, recherches sur une maladie caractérisée spécialement par des troubles généraux de la coordination des mouvements* (*Archives générales de médecine*, numéros de janvier 1859 et suivants), et de l'*Électrisation localisée*, 2e édition, Paris, 1861.

seoir sur une base solide, si je n'avais eu, pour ainsi dire, la main forcée par les circonstances que j'ai fait connaître.

Comme elle ne me paraît pas avoir été bien comprise par des critiques, dont je me plais toutefois à reconnaître le talent, mais dont les théories qu'ils ont voulu lui substituer sont, on le verra bientôt, en contradiction manifeste avec l'observation clinique, je me vois obligé de revenir sur cette question, aussi importante au point de vue de l'application à la pathologie qu'au point de vue purement physiologique. Je viens donc soumettre de nouveau la théorie que j'ai proposée au jugement de mes lecteurs qui, aujourd'hui, pourront s'éclairer des faits cliniques nombreux exposés dans ce livre.

La faculté coordinatrice de la locomotion met en jeu plusieurs ordres d'associations musculaires; je les diviserai en *associations musculaires impulsives* et en *associations musculaires antagonistes*. Afin de faire bien comprendre que ces deux ordres de phénomènes, inséparables physiologiquement, sont nécessaires à la production de tout mouvement volontaire normal, il importe d'en exposer l'étude isolément. Cette étude m'a été rendue facile par les faits cliniques dans lesquels ces associations musculaires ne peuvent plus se produire qu'isolément ou incomplétement.

### A. — Associations musculaires impulsives.

J'appelle associations musculaires impulsives les contractions musculaires synergiques, destinées à imprimer à une partie du corps tout mouvement volontaire vers une situation ou une attitude quelconque. Les expériences électro-physiologiques et les faits cliniques que j'ai exposés ont jeté un grand jour

sur l'étude de chacune des associations musculaires impulsives. Ils ont démontré que les contractions musculaires partielles (des muscles isolément) ne sont pas dans la nature; qu'elles ne sont produites qu'artificiellement, au moyen de la faradisation localisée ou dans certaines circonstances pathologiques; qu'elles engendrent toujours des déformations ou peuvent occasionner des accidents, par exemple la déformation de l'omoplate ou la subluxation en bas de la tête de l'humérus, pendant l'élévation volontaire du bras, chez des individus dont le grand dentelé est paralysé; ils ont appris enfin le mécanisme de la plupart des mouvements en particulier.

Si l'on considère que les fonctions musculaires des membres nécessitent souvent la combinaison de plusieurs mouvements simultanés qui, individuellement, sont eux-mêmes la résultante de forces composantes, on comprend combien doivent être complexes les associations musculaires impulsives qui participent à ces fonctions.

Comme exemple, je choisirai le mouvement d'oscillation du membre inférieur, pendant le second temps de la marche, parce que c'est une des fonctions les plus importantes et les plus complexes de ce membre, et aussi parce qu'il me fournira l'occasion de dissiper une erreur physiologique grave, enseignée dans ces dernières années par MM. Weber frères, sur le mécanisme de la marche.

Pendant le second temps de la marche, le membre inférieur situé en arrière exécute sa demi-oscillation en avant, autour du centre de la cavité cotyloïde, *non pas seulement à la manière d'un pendule et en vertu d'une force physique* (la pesanteur), mais principalement par le fait de l'association des muscles qui fléchissent la cuisse sur le bassin. Ce membre ne

pourrait osciller sous la cavité cotyloïde, s'il était dans l'extension ; c'est pourquoi ses trois segments (cuisse, jambe et pied) sont infléchis les uns sur les autres, par la contraction synergique des muscles qui opèrent chacun de ces mouvements, *et non par la seule action du membre oscillant considéré, d'après la théorie de MM. Weber, comme un pendule composé de segments de longueurs différentes.* — J'ai déjà combattu, il y a une dizaine d'années, la théorie mécanique de ces savants physiologistes qui ont voulu remplacer ici la vie par une force physique ; j'ai montré comment leur théorie est renversée par l'observation clinique. Cette étude critique se rattache trop à la question physiologique que je soulève (sur les associations musculaires impulsives), pour ne pas la rappeler en résumé, dans la note ci-dessous (1).

(1) En 1836, ces deux physiologistes allemands, à qui la science doit la découverte de faits nombreux qui ont éclairé le mécanisme de la marche et de la course, ont déduit de leur expérience, que le mouvement d'oscillation du membre inférieur, d'arrière en avant, pendant la marche, est produit par la seule force de la pesanteur. Cette expérience, on le sait, consiste à faire osciller, en l'écartant de la verticale et en l'abandonnant ensuite à lui-même, l'un des membres inférieurs d'un sujet vivant ou mort, que l'on a placé sur une base élevée, de manière que ce membre ne puisse rencontrer le sol, pendant ses mouvements d'oscillations. — Elle est longuement exposée dans un livre intitulé : *Mécanique de la locomotion chez l'homme*, par MM. G. et E. Weber (*Encyclopédie anatomique*, traduction de l'allemand, par A. J. L. Jourdan, t. II, liv. III, 1838).

« Il y aurait, disent ces expérimentateurs, perte de force musculaire, si le mouvement d'oscillation d'arrière en avant du membre inférieur, suspendu au tronc, avait été opéré par les muscles ; car, les membres inférieurs étant, comme nous l'avons vu, unis au tronc d'une manière très-mobile et pouvant osciller sous lui à la façon d'un pendule, la pesanteur suffit déjà seule pour faire avancer, par rapport au tronc, le membre inférieur resté en arrière, et suspendu au reste du corps : *pendant ce temps, les muscles tombent dans l'inaction.* » Cette assertion de MM. Weber, à savoir : que les muscles tombent dans l'inaction, pendant le second temps de la marche, est une hypothèse insoutenable, comme je l'ai démontré ;

La plupart des autres fonctions locomotrices des membres sont accomplies par des associations musculaires impulsives aussi composées que celle dont il vient d'être question.

Voici encore un exemple à l'appui de cette assertion ; je choisis, parmi des fonctions de la main, celle qui est la plus simple en apparence. Quoi de plus facile que d'ouvrir la main, lorsqu'elle est fermée, et que d'étendre les doigts sur les métacarpiens, la main étant dans une direction parallèle à celle de l'avant-bras ? J'aurais cru jadis, avec tout le monde, qu'il suffisait, pour cela, de contracter les extenseurs des doigts

ces savants ne l'auraient jamais formulée, s'ils avaient fait subir à leurs expériences le contrôle de l'observation pathologique.

Voici une des conclusions déduites des faits cliniques que j'ai publiés en 1855 (*Union médicale*, 13 et 15 septembre, 1855). Attribuer uniquement à l'action de la pesanteur, avec MM. Weber, et, après eux, avec la plupart des auteurs modernes, les mouvements d'oscillation et de flexion des différents segments du membre inférieur, qui ont lieu pendant le second temps de la marche, c'est professer une opinion en contradiction manifeste avec l'observation pathologique.

La vérité de cette assertion est prouvée par les faits ssuivants :

1° Un homme qui est privé de l'action de ses muscles fléchisseurs de la cuisse veut-il accomplir les mouvements du second temps de la marche, il est d'abord forcé d'élever la hanche et l'épaule du côté correspondant, afin de détacher le pied du sol ; puis il projette le membre inférieur en avant, en imprimant au bassin un mouvement de rotation sur le condyle opposé. Sans ce mouvement de rotation, le membre inférieur, placé en arrière, au moment où il est détaché du sol, n'oscille que lentement et faiblement, et s'arrête, dès qu'il est arrivé à la direction verticale ; l'action de la pesanteur ne peut le faire aller au delà, même lorsque le sujet a déjà fait un certain nombre de pas. — Il suffit aussi que les muscles fléchisseurs de la cuisse soient affaiblis, pour que le second temps de la marche ne puisse se faire, sans un balancement plus ou moins grand du bassin.

2° Si les muscles fléchisseurs de la jambe ont perdu leur action, la flexion qui doit avoir lieu dans l'articulation du genou, avant que le pied se détache du sol, se fait difficilement et incomplétement ; ce qui occasionne un retard, dans la production du second temps de la marche.

3° Enfin la flexion du pied sur la jambe, qui est un des mouvements

et de maintenir fixement le carpe entre l'extension et la flexion sur l'avant-bras, à l'aide de l'action synergique de ses extenseurs et de ses fléchisseurs. Mes recherches ont appris cependant que les associations musculaires qui président à cette fonction de la main sont beaucoup plus compliquées qu'on ne le croirait au premier abord. En effet, les extenseurs des doigts (extenseurs commun et propres) n'étendant que les premières phalanges (voy. 172), les interosseux qui étendent les deux dernières phalanges (voy. 187 et 188) doivent se con-

essentiels du second temps de la marche, et qui a été trop négligée dans l'étude de la progression, cette flexion, dis-je, vient-elle à se perdre ou à s'affaiblir, le membre ne peut plus osciller au-dessous du condyle, sans que la pointe du pied butte contre le sol ; de là la nécessité d'exagérer les mouvements de flexion de la cuisse, pendant l'oscillation du membre inférieur ; ce qui occasionne une sorte de claudication.

De l'ensemble des faits cliniques précédents, on peut conclure : 1° que la contraction des muscles fléchisseurs de la cuisse sur le bassin, de la jambe sur la cuisse, et du pied sur la jambe, est la cause productrice réelle des mouvements du membre inférieur, qui constituent le second temps de la marche, 2° et que l'action de la pesanteur concourt très-faiblement à l'oscillation physiologique de ce membre et à la flexion simultanée de ses trois segments.

MM. Weber, et après eux la plupart des auteurs modernes, avaient aussi attribué à une force purement physique les mouvements oscillatoires en sens contraire des membres supérieurs, qui accompagnent le second temps de la marche. D'autres faits cliniques que j'ai publiés, dans le même travail, et dans lesquels ces mouvements oscillatoires des membres supérieurs sont abolis, consécutivement à l'atrophie des muscles deltoïdes, prouvent le contraire. J'en ai tiré la conclusion suivante : « L'oscillation en sens contraire des membres supérieurs, — dont le but est de modérer l'impulsion latérale, imprimée au tronc par le membre inférieur qui oscille en avant, — est également le résultat d'admirables combinaisons musculaires, et *non le produit d'une force physique*, comme l'ont également avancé MM. Weber. Ainsi, pendant l'oscillation en avant du membre inférieur droit, la moitié postérieure du deltoïde droit et la moitié antérieure du deltoïde gauche, se contractent synergiquement. Les mêmes portions du deltoïde se contractent en sens inverse, pendant l'oscillation du membre inférieur opposé. »

tracter synergiquement avec les muscles précédents, afin de produire l'extension complète des trois phalanges sur les métacarpiens. D'un autre côté, les interosseux ne peuvent étendre les deux dernières phalanges, sans produire en même temps la flexion des premières phalanges (voy. 185 et 192); mais cette flexion est heureusement neutralisée par l'action en sens contraire des extenseurs des doigts. Enfin comme ces derniers muscles entraînent à la fois dans l'extension le carpe et les dernières phalanges, les muscles palmaires entrent alors synergiquement en action proportionnellement à la force des extenseurs des doigts (voy. 168). Alors la main se trouve ainsi maintenue dans l'extension, parallèlement à l'avant-bras, sans que les extenseurs propres de la main (les radiaux et le cubital postérieur) aient à intervenir. On a vu dans les faits cliniques que j'ai exposés la démonstration du mécanisme de ce mouvement. Il serait superflu de les rappeler ici (voy. 169).

#### B. — Associations musculaires modératrices et collatérales, ou harmonie des antagonistes.

677. Les associations musculaires antagonistes se subdivisent en deux espèces. Les unes sont composées par les muscles qui peuvent s'opposer directement aux associations musculaires impulsives, mais qui ne s'unissent à elles que pour les modérer; appelons-les *associations musculaires modératrices*. Les autres sont formées par les muscles qui assurent le mouvement, en les empêchant de s'écarter latéralement de leur direction; je les distinguerai des précédentes, en les nommant *associations musculaires collatérales;* elles ne viennent en aide qu'aux mouvements qui ont lieu dans les articulations mobiles en tous sens (les éparthoses et les arthrodies). — Il est

évident que les mouvements des articulations ginglymoïdales, qui ne peuvent se faire latéralement, n'ont pas besoin de l'intervention de ces associations musculaires collatérales. — En somme, tout mouvement volontaire, pour être exécuté avec précision, doit être modéré par ses muscles antagonistes, et s'il a lieu dans une articulation mobile en tous sens (dans une énarthrose ou une arthrodie), il faut qu'il soit empêché de dévier latéralement, par la contraction synergique collatérale des muscles qui produisent les mouvements latéraux.

678. Cette théorie des associations musculaires antagonistes qui précisent et assurent tout mouvement volontaire, se trouve en contradiction avec la doctrine du plus grand physiologiste de l'antiquité, Galien, qui soutenait que les muscles sont inactifs, seulement passifs, pendant les mouvements volontaires (1), et qu'ils n'interviennent activement et concurramment avec d'autres muscles, que pour maintenir les positions fixes (2). Cette doctrine de Galien s'est propagée de siècles en siècles jusqu'à nos jours, malgré l'espèce d'opposition que lui avait faite l'illustre Winslow. « Pour mouvoir quelque » partie, écrit-il, ou pour la tenir dans une situation déterminée, » tous les muscles qui la peuvent mouvoir, y coopèrent (3). »

(1) Le célèbre médecin de Pergame professait en effet que, pendant les mouvements volontaires, certains muscles se contractent, tandis que leurs antagonistes restent inactifs; voici un passage dans lequel il exprime très-nettement cette opinion : « Le muscle contracté attire donc vers soi, tandis que le muscle relâché est attiré conjointement avec la partie ; pour cette raison, les deux muscles se *meuvent* pendant l'accomplissement de chacun des deux mouvements; mais ils *n'agissent* pas tous les deux, car l'*activité* consiste dans la tension de la partie qui se meut, et non pas dans l'action d'obéir; or un muscle obéit quand il est transporté *inactif*, comme le serait toute autre partie du membre ». (*De usu partium*, traduction de M. Daremberg, 1856. Paris, chez J. B. Baillière.)

(2) *Loc. cit.*

(3) *Traité des muscles*, p. 166, n° 43.

Une proposition de cette importance, si contraire aux idées de Galien, et qui n'avait encore rencontré, que je sache, aucune contradiction, avait besoin d'être développée et surtout démontrée; c'est cependant à peine si Winslow lui a consacré quelques lignes, pour dire que les muscles qui interviennent dans les mouvements volontaires se divisent en principaux moteurs, en modérateurs et en directeurs. — Cette division, faute de développements suffisants, a passé inaperçue, et faute de preuves, elle est restée à l'état d'hypothèse. Aussi la théorie de Winslow ne paraissait-elle pas avoir ébranlé celle de Galien, qui a continué de régner jusqu'à nos jours.

Cependant, contrairement à cette opinion de Galien sur le prétendu repos alternatif des muscles, pendant l'exercice des mouvements volontaires, j'ai démontré expérimentalement que tous ces mouvements des membres et du tronc résultent d'une double excitation nerveuse, en vertu de laquelle les deux ordres de muscles qui, par leur association, possèdent une action contraire (les associations musculaires impulsives et les associations musculaires modératrices), sont mis simultanément en contraction, les uns pour produire ces mouvements, les autres pour les modérer (1). Sans cette espèce de solidarité, d'*entente* (qu'on me passe cette expression), des muscles antagonistes, les mouvements perdent inévitablement de leur précision et de leur sûreté. Ce sont d'ailleurs des principes élémentaires de mécanique; agissez en effet avec un peu de force sur un levier, vous verrez qu'il est impossible de l'arrêter exactement en un point donné, s'il n'est pas retenu par une force modératrice opposée. On doit s'étonner que ces principes aient échappé à l'esprit profond et sagace de l'auteur du livre immortel *De usu partium*.

L'observation clinique démontre aussi que les associations musculaires collatérales viennent empêcher les mouvements de dévier latéralement, lorsqu'ils se passent dans une arthrodie et dans une énarthrose. J'ai montré, par exemple, que toutes les fois que les adducteurs ou les abducteurs de la cuisse sont atrophiés ou paralysés, le membre inférieur ne peut plus être fléchi directement en avant; il est alors porté ou obliquement en dedans et en avant, si les abducteurs sont paralysés; si au contraire ce sont les adducteurs, la flexion est abductrice. Dans ces cas aussi, le membre inférieur ne peut plus osciller directement en avant, pendant la marche (voy. 651, 652). Ces faits prouvent que l'association musculaire collatérale, en d'autres termes, que la contraction synergique des adducteurs et des abducteurs concourt au mouvement de flexion de la cuisse directement en avant, dans son articulation condylienne, afin de l'empêcher de dévier en dedans et en dehors. J'ai observé des phénomènes analogues à ceux que je viens d'exposer, dans les autres arthrodies ou énarthroses.

En résumé, il a été démontré, par tout ce qui précède, que l'harmonie des muscles antagonistes concourt à l'exécution de tous les mouvements volontaires, en les réglant à l'aide d'associations musculaires modératrices, et en assurant leur direction au moyen d'associations musculaires collatérales.

### C. — Associations des muscles moteurs de la colonne vertébro-crânienne, pendant la station verticale.

679. Il existe une grande analogie entre les synergies musculaires mises en action, pendant la station verticale, et celles qui produisent les mouvements volontaires des membres. En effet, dans la coordination des mouvements de la colonne vertébro-crânienne, qui préside à la station verticale, on doit

considérer deux ordres de phénomènes principaux : 1° l'association musculaire qui produit son extension ; 2° l'harmonie des muscles antagonistes, qui modère et assure cette extension et l'attitude normale du rachis.

Les associations musculaires, impulsives de cette extension, doivent agir également de chaque côté du rachis, surtout dans la région lombaire, sous peine de produire une scoliose (voy. 666). De l'harmonie des muscles antagonistes, ou plutôt du degré de force des muscles modérateurs de l'extension ou de la flexion du rachis dépendent nécessairement les différents degrés de courbures lombo-sacrées (voy. 651 et 654) ou l'attitude de la tête (voy. 673).

La coordination des mouvements qui préside à l'attitude du tronc, pendant la station verticale, provoque aussi les associations collatérales des muscles producteurs des mouvements latéraux des vertèbres lombaires, de manière à empêcher le tronc de s'incliner d'un côté ou de l'autre ; l'observation clinique l'a démontré bien des fois. Il suffit en effet de l'atrophie de l'un des carrés lombaires, pour que le tronc s'incline sur le bassin du côté opposé.

Si l'on considère en outre le grand nombre de combinaisons musculaires qui doivent maintenir le tronc en équilibre dans la ligne de gravité, pendant la station debout ou assise, on comprend combien sont alors complexes les associations musculaires de la colonne vertébro-crânienne. L'homme possède cependant la faculté d'exécuter, instinctivement avec la plus grande précision et sans efforts, tous ces mouvements combinés qui exigent des associations musculaires si nombreuses et si complexes.

## § II. — Faculté coordinatrice de la locomotion, indépendante de la sensibilité et de la vue.

### A. — Existence d'une faculté coordinatrice de la locomotion, démontrée par l'observation clinique.

Je ne saurais concevoir l'exercice des fonctions musculaires de la locomotion, dont le mécanisme admirable, exposé dans le paragraphe précédent, a été révélé d'une manière si manifeste par les expériences électro-physiologiques et par l'observation clinique, et qui toutes sont des problèmes de mécanique difficiles à résoudre, je ne pourrais, dis-je, expliquer ces fonctions musculaires, sans admettre que l'acte de la coordination soit régi par un pouvoir distinct que j'ai proposé d'appeler *faculté coordinatrice de la locomotion* (1).

Il n'a été question jusqu'ici, dans ce livre, que des désordres occasionnés dans le mécanisme des associations musculaires locomotrices par la lésion des organes moteurs eux-mêmes (consécutivement à l'atrophie ou à la paralysie d'un ou de plusieurs des muscles qui concourent à ces associations musculaires, soit impulsives, soit modératrices, soit collatérales).

Mais, sous l'influence de certains états morbides que l'on rencontre, par exemple, dans la seconde période de l'*ataxie locomotrice*, c'est la faculté coordinatrice de la locomotion qui seule est troublée dans son action, et cela d'autant plus que les associations musculaires, mises en jeu par elles, sont plus complexes, comme dans la station et la marche. — Les

(1) J'avais aussi appelé la coordination des mouvements : *science instinctive des combinaisons musculaires.*

désordres fonctionnels que l'on observe alors, ne peuvent être exactement analysés, qu'à la condition de bien connaître le mécanisme de la coordination des mouvements. — Ainsi l'ataxie locomotrice arrivée à sa seconde période, en s'attaquant d'abord aux associations musculaires, m'a fourni l'occasion d'apprécier l'importance du rôle rempli par cet ordre de phénomènes, dans la coordination des mouvements. Alors en effet on voit se manifester les troubles les plus étranges dans la locomotion. (On en trouvera les détails et le diagnostic différentiel dans la description que j'ai faite de cette maladie.)

Il importe d'en analyser ici les principaux symptômes. 1° Pendant la station debout, le corps est agité par des oscillations petites d'abord et qui deviennent progressivement plus grandes, jusqu'à rendre la station impossible. Ces oscillations sont causées par la *désharmonie* (harmonie difficile) des muscles antagonistes moteurs du tronc et des membres inférieurs. On constate en effet qu'elles sont produites par des contractions musculaires irrégulières, sous l'influence des efforts que fait le malade pour se maintenir dans la ligne de gravité (ces petits spasmes sont très-visibles sur les membres nus, pendant la station debout). 2° Pendant la marche, l'harmonie ne régnant plus dans les associations modératrices et collatérales, le pas n'est plus mesuré, le membre dévie en dehors ou en dedans, et dépassant le but, retombe lourdement avec bruit sur le sol. 3° Aux membres supérieurs, surtout à la main, la désharmonie des antagonistes occasionne les mouvements les plus désordonnés, qu'il serait trop long d'exposer ici, et abolit rapidement l'habileté et l'usage manuels. 4° Le tronc lui-même perd l'harmonie de ses antagonistes, et à un moment donné, la station assise et sans appui devient impossible. Alors le tronc est agité par des contractions brusques, irré-

gulières, provoquées par des efforts d'équilibration, qui jettent le malade hors de son siége. 5° Enfin, dans une période plus avancée de la maladie, les associations musculaires impulsives se perdent complétement, et la station et la marche deviennent absolument impossibles, quoique le sujet possède la force normale de ses mouvements partiels et les moins composés, lorsqu'on les lui fait exécuter dans le décubitus horizontal.

En somme, mes recherches sur l'action individuelle des muscles, à l'aide de l'expérimentation électro-physiologique, et l'étude clinique des atrophies et des paralysies locales, au point de vue de la locomotion, m'avaient fait connaître le mécanisme des trois espèces d'associations musculaires que j'ai décrites (les impulsives, les modératrices et les collatérales), et qui concourent à l'accomplissement des mouvements volontaires. Elles m'avaient appris aussi comment ces mouvements partiels se combinent entre eux, pour les fonctions les plus importantes de la locomotion (la station, les différents temps de la marche, l'usage de la main, etc.).

A l'exemple de la plupart des physiologistes de tout temps, je ne pouvais concevoir qu'un mécanisme aussi compliqué, aussi savamment combiné, pût être mis en jeu physiologiquement avec une facilité et une précision aussi merveilleuses, sans la coopération d'une faculté coordinatrice; cette hypothèse me paraît être devenue un fait, puisqu'une maladie, l'ataxie locomotrice, peut détruire cette faculté en partie ou en totalité.

### B. — Influence de la sensibilité sur la faculté coordinatrice.

Quelle est l'influence de la sensibilité sur la faculté coordinatrice? Ces grandes questions de physiologie sont à l'ordre

du jour. Elles ont été déjà résolues par des recherches cliniques que j'ai assez longuement exposées ailleurs.

La sensibilité musculaire, quelque nom qu'on lui donne (sens musculaire de Ch. Bell, sentiment d'activité musculaire de Gerdy, sensibilité commune ou profonde de M. Axenfeld ou cœnesthésie des Allemands) (1), la sensibilité de la peau, et *par-dessus tout, la sensibilité articulaire*, viennent en aide à la faculté coordinatrice; c'est ainsi que, dans l'ataxie locomotrice, la désharmonie des antagonistes va en augmentant proportionnellement au degré de la paralysie de la sensibilité, de sa profondeur et de son étendue, c'est-à-dire, suivant que la lésion de la sensibilité siége ou dans la peau ou dans les muscles, ou dans les os, ou dans les articulations, ou dans toutes ces parties à la fois; *mais toutes ces espèces ou degrés de sensibilité ne font que perfectionner l'exercice de la faculté coordinatrice.*

Écrire que « *la coordination motrice est subordonnée, en tant qu'opération volontaire, à l'intégrité du sens musculaire, et accessoirement à l'intégrité du sens tactile,* » c'est professer une hérésie physiologique on ne peut plus fâcheuse, au point de vue de son application à la pathologie. L'auteur de cette proposition l'a fait suivre d'une autre qui en est le corollaire. « *Ataxie du mouvement,* dit-il, *signifie abolition du sens musculaire,* perturbation dans les irradiations nerveuses et dans les actes réflexes. *Si l'ataxie est complète, toutes ces conditions seront présentes; si l'ataxie est incomplète, quelqu'une d'entre elles pourra manquer* » (2). Ces propositions dénotent

(1) *Revue critique : Des lésions anatomiques de la moelle épinière* (*Arch. gén. de méd.*, octobre 1863, page 408).

(2) S. Jaccoud, *Les paraplégies et l'ataxie du mouvement*. 1864, p. 609.

une grande négligence, sinon un grand mépris de l'observation clinique, chez celui qui les a formulées. Elles n'offrent de nouveau que la forme prétentieuse (« *d'une équation physiologique* » sic) sous laquelle leur auteur les a présentées, prétendant ainsi les imposer comme des vérités mathématiques. L'idée qu'elles renferment, appartient à feu Landry, observateur ingénieux, qui avait décrit, sous le nom de *sentiment d'activité musculaire* (de Gerdy) (1), un ensemble de phénomènes physiologiques, découvert et appelé *sens musculaire* par Ch. Bell, dont il ignorait, comme je l'ai démontré (2), les recherches bien antérieures à celles de Gerdy. Landry avait également confondu les symptômes de la paralysie du sentiment d'activité musculaire avec ceux de l'incoordination des mouvements; ce qui ressort de la description qu'il a donnée de cette maladie — et de la polémique vive et passionnée qu'il ouvrit contre moi, à l'occasion de l'ataxie locomotrice (3).

L'*équation physiologique*, habilement échafaudée, dont il vient d'être question, devait, hélas! mourir en naissant, malgré le talent que je me plais à reconnaître chez son auteur. En cette circonstance, il ne s'est montré que la *doublure* de Landry, dont les erreurs physiologiques et pathologiques sur le même sujet avaient été renversées par les arguments et les faits cliniques à l'aide desquels je les avais com-

(1) *Recherches physiologiques et pathologiques sur les sensations tactiles* (*Arch. génér. de méd.*, 1853, 4e série, p. 268.

(2) *Electrisation local.*, 2e édit., 1861, p. 396.

(3) *De l'ataxie locomotrice progressive.* B. Troubles de la locomotion occasionnés par la paralysie de la sensibilité musculaire (sens musculaire de Ch. Bell, sentiment d'activité musculaire de Gerdy). *Arch. génér. de médecine*, 1859, et *Electr. local.*, 2e édit., 1861, *Paral. de la sensibilité musculaire*, p. 339).

battues (1). En effet, depuis qu'elle a vu le jour (cette *équation physiologique*), l'observation clinique est venue lui donner fréquemment, dans les hôpitaux, les plus éclatants démentis. Je me bornerai à rappeler ici sommairement les arguments et les faits cliniques qui la renversent, et que l'on trouvera assez longuement exposés aux sources que j'indiquerai.

J'avais commencé par établir, au moyen de l'expérimentation et de l'observation clinique, l'identité de la sensibilité musculaire et du sens musculaire, ou sentiment d'activité musculaire. De même que l'observation clinique a mis en lumière différentes espèces de sensibilité de la peau, entre autres la sensibilité à la douleur qui appartient à la sensibilité générale, et la sensibilité tactile qui constitue le *sens du toucher*, en montrant qu'elles peuvent être paralysées isolément, de même, m'étais-je demandé, n'est-il pas possible d'admettre plusieurs espèces de sensibilité musculaire ? « Les faits cliniques seuls, ai-je écrit, en 1861, auraient pu juger cette question. Or, jusqu'à ce jour, je n'en connais pas un qui donne quelque apparence de vérité à l'hypothèse que je viens de formuler. Toujours, en effet, j'ai vu la paralysie de la sensibilité électro-musculaire marcher de pair et parallèlement avec tous les symptômes que l'on a attribués à la paralysie de ce que Ch. Bell a appelé sens musculaire, et Gerdy sentiment d'activité musculaire, tandis que l'indépendance mutuelle de l'analgésie et de l'anesthésie est aujourd'hui parfaitement établie. — Je rappellerai, à ce sujet, la curieuse observation d'une malade dont la main droite avait perdu la sensibilité tactile et conservé la sensibilité douloureuse, et dont la sen-

(1) *Loc. cit.*, 2e édit., p. 389 à 398.

sibilité de la main gauche était paralysée en sens inverse (1). — Conséquemment, ce que Ch. Bell appelait *sens musculaire* et Gerdy *sentiment d'activité musculaire*, ne dépend pas d'une autre espèce de sensibilité que la sensibilité électro-musculaire.

En résumé, bien que j'eusse désiré conserver la dénomination de sens musculaire de Ch. Bell, afin de rappeler le nom de son inventeur illustre, je lui ai préféré celle de sensibilité musculaire, qui n'a pas l'inconvénient de consacrer inutilement, dans le langage, un sixième sens.

J'avais ensuite démontré que des membres, et même que tout le corps, pouvaient être entièrement privés de sensibilité cutanée, musculaire, osseuse et *articulaire*, sans que les malades éprouvassent le moindre trouble dans la coordination de leurs mouvements, s'ils pouvaient s'aider de la vue. La paralysie de la sensibilité offrait seulement quelques symptômes spéciaux, caractéristiques, que j'ai résumés ailleurs (2).

Je veux faire ici une remarque capitale qui m'avait échappé, non pas faute d'un examen assez attentif, mais par inadvertance : c'est que la sensibilité musculaire (ou sens musculaire) est loin d'avoir l'importance fonctionnelle qu'on lui a donnée. *Les sujets qui ont seulement perdu leur sensibilité musculaire, n'éprouvent aucun désordre fonctionnel apparent dans leur motilité, alors qu'ils se trouvent empêchés de voir ; c'est lorsque les articulations des membres où siége l'insensibilité musculaire, sont elles-mêmes insensibles aux mouvements qui leur sont imprimés, que l'on voit apparaître les symptômes attribués à tort à la paralysie de la sensibilité musculaire.* — La

(1) Voy. *Elect. loc.*, 2e édit., p. 398.

(2) *Electrisation localisée*, 2e édit., p. 400 et 401, *Paralysie de la sensibilité musculaire.*

théorie du phénomène morbide que mon savant ami, M. Axenfeld, a appelée sensibilité commune ou profonde, est très-ingénieuse. Il a exposé d'une manière très-claire, ce qu'il croit en être les caractères et les symptômes qui annoncent sa paralysie. J'ai recherché ces derniers avec le plus grand soin, chez un assez grand nombre de sujets ataxiques; j'ai constaté que les troubles fonctionnels qui ont été attribués à l'insensibilité commune ou profonde, appartiennent à l'insensibilité articulaire. Que M. Axenfeld me permette donc de dire que la *cœnesthésie* sur laquelle, dit-il, Lyeder a longuement insisté, est un mythe d'origine allemande. Il aura tôt ou tard l'occasion d'observer l'insensibilité articulaire, ce fait que j'ai rencontré fréquemment dans les hôpitaux, entre autres dans le service clinique de M. Trousseau. La sensibilité articulaire serait donc un nouveau sens, un *sens articulaire* qui aurait bien plus d'importance fonctionnelle que le sens musculaire ! Ce fait montre l'inconvénient qu'il y aurait à convertir ainsi en sens des phénomènes ordinaires de sensibilité générale. Si l'on n'y mettait bon ordre, la physiologie serait bientôt encombrée par une foule de sens ; on devrait en effet dire aussi : *sens dentaire*, *sens rectal*, *sens vésical*, etc., dont la paralysie occasionne des désordres fonctionnels particuliers.

En somme, l'abolition de la sensibilité musculaire, articulaire et cutanée n'empêche pas la coordination des mouvements volontaires. Si l'on considère en outre qu'il est parfaitement établi, par de nombreuses observations et après l'examen le plus attentif, que l'incoordination des mouvements peut exister, même au plus haut degré, dans l'ataxie musculaire progressive, sans une diminution appréciable de la sensibilité musculaire, osseuse ou articulaire, je suis en droit de conclure de tout ce qui précède : que, contrairement à l'*équa-*

*tion physiologique* qui m'a été opposée, la faculté coordinatrice est entièrement indépendante de la sensibilité (sensibilité musculaire, sens musculaire, sentiment d'activité musculaire, et sensibilité articulaire).

C. — Influence de la vue sur la coordination des mouvements.

L'influence de la vue sur la coordination de la locomotion n'est guère appréciable dans les conditions normales. On sait en effet que l'homme privé de la vue peut se tenir dans la station debout, marcher, exécuter tous ses mouvements volontaires, en un mot, sans troubles apparents de la coordination de ses mouvements. Ce fait suffirait pour démontrer que la faculté coordinatrice est indépendante de la vue.

L'observation clinique seule pouvait faire ressortir l'importance de ce sens, comme auxiliaire des mouvements volontaires. Je rappellerai d'abord, à cette occasion, un ordre de faits que j'ai exposés dans l'étude de l'ataxie locomotrice. J'ai montré que, si un individu atteint par cette maladie, à sa seconde période qui est caractérisée par des troubles dans la coordination des mouvements et dans l'équilibration, se trouve un instant privé de la vue, la désharmonie de ses mouvements augmente considérablement. Ce fait prouve donc que le sens de la vue aide l'exercice de la faculté coordinatrice de la locomotion. — Revenant incidemment à la question que j'ai agitée cidessus (B), je ferai remarquer que les désordres occasionnés, dans l'ataxie locomotrice, sont bien plus grands, par la perte de la vue, que par la paralysie de la sensibilité musculaire et articulaire. Cependant il ne viendra à l'esprit de personne de dire que la coordination locomotrice est subordonnée au sens de la vue. On était donc encore moins autorisé à dire que

cette coordination locomotrice est subordonnée au sens musculaire.

L'influence de la vue, sur la locomotion, s'est fait sentir aussi dans la paralysie de la sensibilité musculaire, osseuse et articulaire, dont il a été question précédemment, au point de vue de l'indépendance de la coordination des mouvements. On se rappelle, en effet, que les sujets affectés de cette paralysie siégeant dans les membres supérieurs et inférieurs, et qui, lorsqu'ils s'aident de la vue, exécutent à peu près normalement tous leurs mouvements, ne peuvent plus ni se tenir debout, ni marcher, ni se servir de leurs membres, s'ils sont tout à coup privés de voir ou dans l'obscurité, *bien qu'ils puissent exécuter alors tous leurs mouvements volontaires.*

### § III. — Aptitude motrice indépendante de la vue.

Je vais exposer un autre ordre de faits cliniques que l'on ne doit point passer sous silence, lorsque l'on traite de la coordination ; ils font ressortir encore mieux l'importance de l'influence de la vue sur la locomotion, et mettent en lumière un phénomène physiologique des plus bizarres, des plus inattendus. Ils viennent compliquer encore le mécanisme nerveux de la locomotion. Nous avons vu ci-dessus que tous les malades privés de sensibilité musculaire, dont les observations ont été publiées par Ch. Bell, et que ceux qui m'ont présenté des phénomènes analogues, *exécutaient leurs mouvements volontaires, même lorsqu'ils étaient privés de la vue*, quoique la locomotion en éprouvât une grande perturbation. Eh bien ! j'ai constaté que des sujets (hommes et femmes), également privés de sensibilité musculaire, *perdent, au contraire, la*

*faculté d'exécuter leurs mouvements volontaires, lorsqu'on les empêche de voir.* En effet, si on leur commande alors, par exemple, d'ouvrir ou de fermer la main, de fléchir ou d'étendre l'avant-bras, en un mot, quelque mouvement qu'on les invite à faire, les muscles restent dans une complète inertie, malgré tous leurs efforts. Ils croient cependant faire le mouvement commandé; aussi sont-ils bien surpris, quand, la vue leur étant rendue, ils s'aperçoivent que ce mouvement n'a pas été exécuté. Ou bien si l'on engage ces mêmes malades à exécuter un mouvement avec force (leur puissance musculaire est normale, quand ils peuvent se servir de la vue), et si, au moment où ce mouvement est accompli, on les engage à cesser tout effort, pendant qu'on les empêche de voir, *on observe que la contraction musculaire persiste avec la même force*, bien qu'ils croient n'opposer aucune résistance; c'est seulement après quelques secondes, que les muscles tombent dans le relâchement. J'ai varié et répété souvent ces expériences sur les membres supérieurs et inférieurs, en présence de nombreux témoins, dans les hôpitaux; elles ont toujours donné les mêmes résultats.

Les trois premiers faits de ce genre, que j'ai observés, remontent à 1848 (ils ont été relatés avec détails) (1). Depuis lors un quatrième fait a été recueilli par M. le D[r] Martin-Magron (2), dont une grande partie de la jeune génération médicale a suivi les savantes et excellentes leçons, et dont elle connaît l'esprit judicieux. Ce fait a été interprété par lui dans un sens favorable à l'existence réelle de cette propriété que j'avais appelée *conscience musculaire* (dénomina-

(1) *Electrisation localisée*, 1855, p. 415 et suiv., — et 1861, ch. XIV, p. 424 et suivantes.

(2) *Gazette hebdomadaire*, 1858.

tion qu'il a critiquée, peut-être avec raison, et que j'ai abandonnée). Un cinquième fait a été le sujet d'un travail intéressant publié aussi par M. Liégeois, agrégé à la Faculté de médecine (1). Enfin j'ai eu l'occasion d'observer moi-même, en 1863, à la Charité, dans le service de M. Pelletan, un sixième et dernier fait semblable aux précédents. Il a donné lieu à quelques considérations nouvelles et ingénieuses à un autre point de vue, publiées en 1864 par M. Lasègue (2), dans le service duquel la malade est entrée plus tard, et qui, sans doute, avait oublié ou ne connaissait pas mes recherches antérieures sur le même sujet.

En résumé, tous ces faits, dont le premier recueilli par moi remonte à 1848, et qui ont été contrôlés par différents observateurs, sont acquis à la science. Ils démontrent que l'aptitude motrice se perd, dans certaines conditions morbides, pendant la suspension de la vue, et que le retour de ce sens la rétablit. Conséquemment, il existe une faculté instinctive ou propriété musculaire — peu importe pour le moment l'interprétation de ce fait — que j'appellerai à l'avenir : *Aptitude motrice indépendante de la vue.*

Je me bornerai à rappeler ici les conclusions du mémoire que j'ai publié sur cette question, et auquel je renvoie le lecteur; j'en modifierai seulement un peu la forme : 1° Il paraît exister une faculté ou une propriété (dont le mécanisme nerveux est inconnu) qui sert à l'accomplissement de la contraction musculaire volontaire; c'est elle qui, sans doute, excitée par la volonté et réagissant à son tour sur l'encéphale, l'éclaire, pour ainsi dire, sur le choix des muscles

(1) *Gazette médicale*, janvier 1860, p. 7.
(2) *Arch. génér. de méd.*, avril 1864.

dont il doit provoquer les contractions. Je propose de l'appeler *aptitude motrice indépendante de la vue.* 2° Il ne faut pas confondre l'aptitude motrice indépendante de la vue, qui, dans l'accomplissement des mouvements volontaires, semble précéder et déterminer la contraction, avec la sensation qui donne le sentiment de la pesanteur, de la résistance, etc., qui a été appelée *sens musculaire* par Ch. Bell, et *sentiment d'activité musculaire* par Gerdy, et qui n'est pour moi rien autre chose que la *sensibilité musculaire;* cette sensation est le résultat de la contraction. 3° A l'état normal, ce phénomène physiologique existe indépendamment de la vue, ce qui justifie la dénomination d'aptitude motrice indépendante de la vue. 4° Elle est nécessaire à la contraction musculaire volontaire et à la cessation de cette contraction. Cependant le sens de la vue est son auxiliaire; ce dernier, dans certaines conditions morbides, peut même la suppléer. 5° La perte simultanée de l'aptitude motrice indépendante de la vue et du sens de la vue produit nécessairement la paralysie des mouvements volontaires. 6° Tout le monde doit comprendre l'utilité de l'aptitude motrice indépendante de la vue; car toute action musculaire (pour la contraction comme pour la cessation de cette contraction) aurait exigé le concours de la vue.

### § IV. — Indépendance de la contractilité volontaire et de la contractilité électrique.

L'indépendance mutuelle de la contractilité volontaire et de la contractilité électro-musculaire est aujourd'hui un fait acquis à la science et annoncé, en 1865, dans l'enseignement officiel du Collége de France (1). Avant que la lumière

(1) Cl. Bernard, *Action du curare sur les différents nerfs moteurs* (*Rev. des cours scient.*, 1865, n° 15, p. 241).

se fît pour tout le monde sur la réalité de ce fait physiologique, il m'a fallu le défendre pendant une vingtaine d'années contre des critiques quelquefois acerbes.

En 1846, j'ai adressé à l'Académie des sciences un mémoire intitulé : *L'irritabilité électro-musculaire n'est pas nécessaire à la motilité.* « Si l'on se rappelle, écrivais-je alors, les grandes et savantes discussions sur l'irritabilité hallérienne que l'on a cru jusqu'à présent inséparable de la vie, la proposition que je viens de formuler doit exciter l'incrédulité. » Ma prévision s'est réalisée, car cette proposition fut alors traitée de paradoxe. Elle n'était cependant que la traduction exacte des faits suivants. *J'avais constaté que, dans certaines conditions morbides, des sujets dont les muscles d'un membre ne se contractaient pas, d'une manière appréciable du moins, sous l'influence d'un courant d'induction, quelque intense qu'il fût, pouvaient cependant les contracter volontairement d'une manière normale; j'en avais conclu à la non-identité de l'excitant nerveux et de l'excitant électrique.*

En 1855, après avoir observé un grand nombre de fois ce même phénomène (une centaine de fois environ), j'ai osé publier le mémoire que j'avais adressé en 1846, à l'Institut, sur ce sujet (1).

(1) Voici quelques réflexions dont je faisais précéder l'exposition des faits : « Personne n'avait songé à contester le rôle important que Haller avait assigné à l'irritabilité. S'il est vrai que les physiologistes aient été en désaccord sur le siége de cette propriété, et qu'ils se soient engagés, à ce sujet, dans de vives et interminables discussions, on sait qu'ils se sont tous si bien entendus sur l'importance de l'irritabilité, pour les fonctions musculaires, qu'il n'est venu à la pensée d'aucun d'eux de douter de l'union intime de la contractilité électro-musculaire et de la contractilité volontaire. Aujourd'hui, cependant, cinq années après la présentation de mon mémoire à l'Académie des sciences, m'appuyant sur des faits nouveaux et

Étudiant, au point de vue pathologique, ce même phénomène confirmé par des faits nouveaux et minutieusement observés, j'ai décrit, en 1861, une nouvelle espèce de paralysie, sous le nom de *paralysie de la contractilité électro-musculaire* (1). J'ai eu soin de faire connaître, dans ce travail, comme dans le mémoire précédent, les conditions morbides dans lesquelles cette propriété musculaire (l'irritabilité électrique) est abolie, quoique la contractilité volontaire soit conservée. (Je renvoie le lecteur aux chapitres dans lesquels quelques-uns de ces faits sont exposés en détail). J'en ai conclu encore à l'indépendance mutuelle de la contractilité volontaire et de la contractilité électro-musculaire (2).

Cette question vient enfin de faire un grand pas, comme je l'ai dit plus haut. Déjà, en 1859, Landry — qui semblait s'être donné la tâche de me contredire en toutes choses, — écrivait : « Je ne crois pas que personne avant lui (M. Du-» chenne) ait soupçonné la *complète inutilité de l'irritabilité* » *musculaire*... Dans certaines paralysies, rien n'est plus vrai, » le mouvement volontaire reparaît avant que l'électricité » décèle un changement notable dans l'état de l'irritabilité... » Le fait essentiel reste avéré, mais (ajoute-t-il, revenant

nombreux, constatés publiquement, dans des services cliniques, souvent en présence des hommes les plus éminents dans la science, je persiste à dire que l'intégrité de la contractilité électro-musculaire n'est pas nécessaire à l'exercice des mouvements volontaires.

(1) *Electrisation localisée*, 2e édition, p. 662.

(2) « De ce qu'une aussi profonde lésion de l'irritabilité ne trouble en rien les fonctions musculaires, écrivais-je alors en terminant, est-ce à dire que cette propriété soit superflue ? Telle n'est pas ma pensée ; je professe au contraire que tout a un but dans la création. Mais d'après les faits précédents, il est évident que l'utilité de la contractilité électro-musculaire, de cette irritabilité sur laquelle on a tant écrit, tant discuté, est encore à rechercher. »

» à une critique qu'il ne justifie pas) ce fait doit être formulé » d'une manière moins *hyperbolique...* » Pourquoi hyperbolique, puisque ma proposition n'était que le corollaire des faits exposés ?

Avant de proclamer la découverte de l'important phénomène qui démontrait la non-identité de l'excitant nerveux volontaire et de l'excitant électrique, l'enseignement physiologique officiel attendait, sans doute, qu'elle fût confirmée par des vivisections. Ce fut, en effet, seulement en 1865, que M. Claude Bernard vint annoncer, dans l'une de ses savantes leçons du Collége de France, que l'on pouvait, après avoir paralysé la patte d'une grenouille, y rétablir la contractilité volontaire, quoique sa contractilité électrique fût complétement abolie (1) ; il en concluait qu'il fallait bien se garder de confondre ces deux irritants (l'irritant normal volontaire et l'irritant électrique). M. Claude Bernard savait que cette découverte datait de 1846 et que je la devais à l'observation clinique.

### § V. — Innervation de la coordination locomotrice.

Quel point du myélencéphale est doué de la virtualité qui constitue la faculté coordinatrice de la locomotion? Comment

(1) Cette expérience a été faite par le docteur Preyer et répétée par d'autres physiologistes, entre autres par M. Schiff. « Après avoir lié la patte d'une grenouille, il la laissait tomber dans l'état de rigidité cadavérique; puis il lui rendait ses propriétés, en l'imbibant dans une certaine substance (une solution de chlorure de zinc, je crois), et en y laissant aborder le sang; il put alors constater que cette grenouille reprenait la faculté de mouvoir sa patte, sous l'influence de sa volonté, quoique le nerf moteur qui se distribuait dans cette patte ne fût pas encore devenu irritable par l'électricité. » (*Revue des cours scientifiques*, 1865, n° 15, p. 244.)

expliquer, par l'innervation, l'aptitude motrice indépendante de la vue, et l'indépendance mutuelle de l'irritabilité volontaire et de l'irritabilité électrique? Toutes ces questions sont à l'ordre du jour. Elles me paraissent insolubles, pour le moment; aussi dois-je les réserver.

Cependant il importe de constater aujourd'hui que la première question est entrée dans une phase nouvelle. Il faut oser le dire : l'observation clinique exacte, éclairée par les notions que je viens d'exposer sur le mécanisme de la coordination, m'a prouvé que le siége anatomique de la faculté coordinatrice de la locomotion n'est pas dans le cervelet, en montrant que les troubles de la locomotion, consécutifs à la lésion de cet organe, ne sont pas, chez l'homme, ceux qui caractérisent l'incoordination de ses mouvements locomoteurs. Pour résoudre cette question il m'a suffi de comparer les désordres de la locomotion qui existent chez les malades affectés d'une lésion cérébelleuse à ceux que l'on observe chez les individus atteints de sclérose des cordons postérieurs de la moelle, et d'atrophie de ses racines postérieures, sans négliger de tenir compte de l'état de la sensibilité musculaire, cutanée et articulaire, qui, parfois, est notablement diminuée dans ces affections différentes. Je vais rappeler brièvement l'historique de ces recherches que j'ai publiées dans la *Gazette hebdomadaire* en 1854.

On sait que les mutilations ou les excisions du cervelet sur les animaux vivants ont donné lieu à des phénomènes décrits par M. Flourens, qui en a conclu que « dans le cervelet réside une propriété dont rien ne donnait l'idée en physiologie, et qui consiste à coordonner les mouvements *voulus* par certaines parties du système nerveux, *excités* par d'autres....; que le cervelet est le siége exclusif du principe qui coor-

donne les mouvements de la locomotion ». Les expériences de M. Flourens répétées et variées par bien d'autres observateurs et principalement par MM. Bouillaud (1), Longet, plus récemment par le célèbre anatomo-pathologiste M. Wagner (2) et par M. Dalton (3), M. Ph. Lussana (4), ont donné des résultats analogues à ceux de M. Flourens; comme lui, tous ces expérimentateurs en ont conclu que le cervelet est le centre coordinateur de la locomotion.

A l'époque où j'exposais la symptomatologie de l'ataxie locomotrice, j'étais moi-même tellement pénétré de la vérité des idées qui régnaient dans l'enseignement physiologique sur ce siége de la coordination des mouvements volontaires, que je comptais trouver dans le cervelet la lésion anatomique de cette espèce morbide. Aussi ai-je avoué combien grande

(1) Bouillaud, *Recherches expérimentales et cliniques tendant à répéter l'opinion de Gall sur les fonctions du cervelet.* (*Arch. générales de médecine*, 1838.)

(2) Wagner, *Recherches critiques et expérimentales sur les fonctions du cerveau*, dans *Zeitschrift für rationelle Medicin*, 1861.

(3) Dalton, *On the cerebellum as the centre of coordination of the voluntary movements*, dans *Arch. journ. of medic. science*, 1861.

(4) Je cite ici ce physiologiste italien, non-seulement à cause de son autorité, mais aussi parce qu'il a été plus loin que ses devanciers, en cherchant, dans un travail publié dans le *Journal de physiologie* de Brown Séquard, le mécanisme par lequel le cervelet présiderait à la coordination des mouvements. Pour lui le cervelet serait l'organe du *sens musculaire*, c'est-à-dire de la sensibilité particulière qui donnerait la faculté de mesurer et de gouverner les contractions musculaires nécessaires à l'accomplissement de tel ou tel mouvement. C'est cette sensibilité qui serait diminuée ou abolie par les lésions du cervelet, et c'est de là que dériverait l'ataxie des mouvements! Malheureusement pour cette hypothèse le sens musculaire n'existe pas; l'observation clinique démontre (voy. page 771, B, *Influence de la sensibilité sur la faculté coordinatrice*), que le *sens musculaire* n'est rien autre chose qu'un phénomène de sensibilité générale musculaire, moins importante pour la locomotion que la sensibilité musculaire, et que la coordination est indépendante de la sensibilité.

avait été ma surprise de trouver cet organe parfaitement sain, lorsque j'assistai, pour la première fois, à l'autopsie d'un sujet qui avait succombé à cette maladie (1).

A dater de ce jour, j'ai entrevu que très-probablement les troubles fonctionnels de la locomotion, propres aux lésions cérébelleuses, pouvaient, chez l'homme, être distingués de ceux qui sont produits par l'ataxie locomotrice; j'ai prévu que par une analyse plus sévère, surtout à l'aide de la connaissance que je possédais déjà du mécanisme de la coordination, exposé ci-dessus (connaissance sans laquelle, je le répète, cette analyse me paraît impossible), je devais en trouver les signes diagnostiques différentiels. Eh bien, ces signes existent. Après les avoir observés, dans les hôpitaux, depuis assez longtemps et sur un nombre suffisant de sujets, après avoir constaté que les lésions cérébelleuses produisent *une sorte d'ivresse* des mouvements et non leur incoordination, je suis venu déclarer à la Société de médecine de la Seine, à l'occasion d'un travail sur l'état pathologique du grand sympathique dans l'ataxie locomotrice (2), qu'à l'avenir il ne serait plus possible de confondre ces troubles fonctionnels de la locomotion, occasionnés par les lésions cérébelleuses, chez l'homme, avec ceux qui caractérisent l'ataxie locomotrice, m'engageant à lui en apporter prochainement la preuve nécroscopique. Quelques mois plus tard, après avoir recueilli de nouveaux faits, dans lesquels le diagnostic avait été con-

(1) Je saisis cette occasion pour dire qu'il ne m'a pas été permis d'examiner, autrement qu'à l'œil nu, la moelle du sujet qui venait de succomber à la maladie dont je venais de publier la symptomatologie dans les *Archives*.

(2) *Recherches sur l'état pathologique du grand sympathique, dans l'ataxie locomotrice progressive* (*Gazette hebdomadaire*, 1864, 2e série, t. I, p. 116).

firmé par l'examen nécroscopique, je suis venu remplir ma promesse, en lisant à la Société de la Seine un mémoire intitulé : *Diagnostic différentiel des affections cérébelleuses et de l'ataxie locomotrice progressive*, et auquel je renvoie mes lecteurs (1).

Je me bornerai à en transcrire ici la conclusion.

« 1° Les troubles de la locomotion, dans les affections cérébelleuses, sont semblables à ceux de l'ivresse alcoolique, qui ont été décrits dans ce mémoire ; 2° ils sont, de même, occasionnés par des vertiges, ou caractérisés par *une titubation vertigineuse ;* 3° il est facile de distinguer cette titubation vertigineuse, produite par les affections cérébelleuses, de la titubation *asynergique*, observée dans l'ataxie locomotrice.

Les idées erronées qui règnent en physiologie sur les caractères de la coordination des mouvements et sur le siége de la faculté coordinatrice, ont été introduites dans la science par les vivisections; en voici la cause. Je viens d'établir que, chez l'homme, les lésions cérébelleuses produisent des vertiges auxquels sont dus les troubles de la locomotion observés alors en même temps, tandis que l'incoordination des mouvements existe sans vertiges, dans l'ataxie locomotrice, — s'il n'y a pas de diplopie qui, on le sait, peut la provoquer. — *Or les animaux ne sauraient accuser les vertiges.* Le signe diagnostique essentiel de la lésion cérébelleuse a donc toujours fait et fera toujours défaut dans les vivisections.

Admettons que l'expérimentateur ait pu reconnaître ces vertiges chez les animaux ; il aurait eu encore à distinguer la titubation vertigineuse de l'incoordination locomotrice.

(1) *Recherches sur l'état pathologique du grand sympathique, dans l'ataxie locomotrice progressive* (*Gazette hebdomadaire*, 1864, 2e série, t. I, p. 116).

Personne ne niera que pour analyser et reconnaître les signes de l'incoordination, il faille avant tout savoir quel est le mécanisme de la coordination locomotrice. Ce mécanisme n'était pas connu. Mais supposons que les données exposées précédemment sur le mécanisme de la coordination locomotrice chez l'homme aient été vulgarisés, ces notions n'auraient pas été applicables à l'étude de l'incoordination, chez les animaux, car il aurait fallu savoir aussi quels sont les troubles fonctionnels particuliers, occasionnés par la paralysie partielle de leurs muscles ou impulseurs, modérateurs, ou collatéraux, lorsqu'ils se tiennent sur leurs pattes, ou lorsqu'ils veulent voler, etc. Or, de telles analyses cliniques n'ont pas été faites. Seront-elles jamais possibles chez les animaux?

Il résulte donc de ce qui précède que l'on ne peut, chez les animaux, distinguer la titubation vertigineuse de l'incoordination locomotrice, ni analyser le mécanisme compliqué de cette incoordination; conséquemment les vivisections,—bien que je me déclare partisan des vivisections, surtout lorsqu'elles viennent confirmer les faits physiologiques acquis à la science par l'observation clinique, faite sur l'homme, — les vivisections, dis-je, sont trop grossières ou insuffisantes, dans ce genre d'investigations physiologiques, et ne sauraient faire connaître le point du myélencéphale doué de la virtualité qui constitue la faculté coordinatrice de la locomotion.

Heureusement, l'analyse clinique des signes de l'incoordination locomotrice, quoique difficile, sera toujours possible à l'avenir, avec les notions que j'ai exposées. Puisqu'elle nous a déjà appris que les lésions du cervelet ne produisent pas l'incoordination locomotrice, et que cet organe n'est pas un centre nerveux coordinateur, où donc est-il ce centre coordinateur? J'ai déclaré que cette question est insoluble actuelle-

ment, et qu'il faut la réserver ; je suis tenu de justifier cette assertion.

Depuis que l'examen microscopique a appris que la sclérose des cordons postérieurs de la moelle et l'atrophie de leurs racines constituent la lésion anatomique principale et ordinaire de l'ataxie locomotrice progressive, en est-on plus avancé, dans la connaissance du siége du centre nerveux coordinateur? Pour moi la difficulté n'a fait que reculer davantage, car, dans ces circonstances, les cordons et les racines ne peuvent être considérés que comme des conducteurs de la force nerveuse coordinatrice. En effet, les vivisections semblent avoir démontré que les racines postérieures contiennent des fibres conductrices, les unes de la sensibilité douloureuse, dont la source est dans la substance grise et non dans les cordons postérieurs (1), les autres de la sensibilité tactile, se rencontrant particulièrement dans les cordons postérieurs (2). Or, comme il résulte de l'observation clinique, chez l'homme, que la coordination n'est pas subordonnée à la sensibilité (voy. le paragraphe précédent de la page 771 à la page 777), il faut bien admettre que les racines postérieures et peut-être aussi les cordons postérieurs renferment des fibres coordinatrices de la locomotion. — Ces fibres coordinatrices, sans doute, sont principalement lésées, chez les sujets atteints d'ataxie locomotrice progressive, lorsque leurs mouvements sont incoordonnés, bien que leur

(1) Ce fait est établi par les recherches de Bellingeri (1822), de Calmeil (1828), de Stilling (1842), de Brown-Séquard (1846, 1847, 1855), Turck (1854), Schiff (1857).

(2) Schiff, 1857. (On trouve les titres des travaux publiés par les auteurs que je viens de citer, dans tous les traités de physiologie récents, surtout dans la notice bibliographique du *Traité élémentaire de physiologie humaine*, de M. J. Béclard, 5e édition. Paris, 1866, p. 747).

sensibilité soit restée normale. On conçoit donc parfaitement que la lésion des cordons et des racines postérieures puisse troubler le fonctionnement de la coordination locomotrice; mais c'est plus haut qu'il faut aller rechercher la source de la force nerveuse locomotrice, le point du myélencéphale doué de la virtualité appelée faculté coordinatrice de la locomotion.

Voici sommairement comment je conçois le mécanisme de l'innervation coordinatrice : 1° Certaines cellules de la substance grise se combinent pour harmoniser les associations impulsives, les associations modératrices et quelquefois les associations collatérales, nécessaires à tout mouvement volontaire ou instinctif. 2° Ces combinaisons des cellules de la substance grise sont elles-mêmes commandées et régies par certaines cellules de l'encéphale. De même en effet que la faculté coordinatrice de l'articulation des mots, dont la paralysie constitue une des espèces d'aphasie (1), paraît, d'après les recherches modernes, avoir son siége dans un point des hémisphères cérébraux, de même la faculté coordinatrice de la locomotion puise peut-être son innervation spéciale dans l'encéphale, — ailleurs, bien entendu, que dans le cervelet. — C'est ce qu'il faudra rechercher, à l'aide de l'observation clinique. Parviendra-t-on jamais à résoudre ce problème ? Je n'en saurais désespérer.

(1) J'en ai observé deux cas remarquables, avec intégrité des facultés intellectuelles.

---

# QUATRIÈME PARTIE

## MOUVEMENTS DE LA FACE (1).

« Lorsque l'âme est agitée, la face humaine devient un tableau vivant où les passions sont rendues avec autant de délicatesse que d'énergie, où chaque mouvement de l'âme est exprimé par un trait, chaque action par un caractère dont l'impression vive et prompte devance la volonté, nous décèle et rend au dehors, par des signes pathétiques, les images de nos plus secrètes agitations (2). »

« L'âme est donc la source de l'expression ; c'est elle qui met en jeu les muscles et qui leur fait peindre sur la face, en traits caractéristiques, l'image de nos passions. En conséquence, les lois qui régissent l'expression de la physionomie humaine peuvent être recherchées par l'étude de l'action musculaire (3). »

Jusqu'ici on n'a procédé que par voie d'observation et d'in-

(1) L'auteur était arrivé à cette partie de son travail, lorsque, craignant que son livre ne prît un trop grand développement, il se résolut à nous laisser publier un résumé de ses recherches sur la physionomie de la face. Nous avons conservé la forme d'exposition employée dans les parties précédentes. Nous renvoyons pour plus de détails à son beau livre intitulé : *Mécanisme de la physionomie humaine, ou Analyse électro-physiologique de l'expression des passions*, avec atlas, 1862. — Petite édition, 1866, avec 9 tableaux contenant 74 figures photographiées.

(*Note des éditeurs.*)

(2) Buffon, *Histoire naturelle de l'homme*, nouv. édit. Paris, 1792.

(3) Duchenne, *loc. cit.*, Préface, p. v.

duction. On avait bien compris que les mouvements du visage, comme ceux du bras ou de toute autre partie, étaient dus aux muscles, mais l'action des muscles faciaux avait été déduite, soit des rides et plis cutanés lentement produits par les contractions répétées, soit de la forme, de la direction, des insertions des fibres musculaires elles-mêmes. Ces données n'avaient pas conduit à la vérité et n'y devaient pas conduire. Ainsi, en ce qui concerne les plis et rides du visage, on démontre aisément qu'ils ne résultent pas exclusivement de l'expression des passions, et reconnaissent souvent pour causes des infirmités congénitales ou acquises; que d'ailleurs ils ne sont pas toujours, comme l'avait pensé Camper, perpendiculaires à la direction des muscles. C'est surtout pour l'étude de la physionomie au repos que ces stigmates ont de l'importance, mais ils n'apprennent rien de certain sur le jeu propre des muscles isolés.

Puisque l'à priori et l'à posteriori tirés de l'observation et de l'anatomie étaient impuissants, il fallait procéder autrement et employer la méthode expérimentale.

« C'est un problème dont j'ai cherché la solution pendant bien des années, provoquant, à l'aide de courants électriques, la contraction des muscles de la face, pour leur faire *parler* le langage des passions et des sentiments. « L'expérience », dit Bacon, « est une sorte de question appliquée à la nature « pour la faire parler. » Cette étude attentive de l'action musculaire partielle m'a révélé la raison d'être des lignes, des rides et des plis de la face en mouvement. Or, ces lignes et ces plis sont justement les signes qui, par leurs combinaisons variées, servent à l'expression de la physionomie. Il m'a donc été possible, en remontant du muscle expressif à l'âme qui le met en action, d'étudier et de découvrir le mécanisme,

les lois de la physionomie humaine..... En résumé, faire connaître par l'analyse électro-physiologique, et à l'aide de la photographie, l'art de peindre correctement les lignes expressives de la face humaine, et que l'on pourrait appeler *orthographe de la physionomie en mouvement.* » (1)

La physiologie expérimentale, et c'est là son caractère essentiel, s'est créé une voie indépendante; elle ne tient compte que des résultats qu'elle obtient et ne se laisse pas asservir par les données de l'anatomie pure. Mais elle suppose une connaissance rigoureuse et préalablement acquise des dispositions normales de la région ou des organes sur lesquels elle opère. Pénétré des exigences de cette méthode, M. Duchenne a préludé à l'exploration électrique des muscles de la face par des dissections nouvelles portant à la fois sur ces muscles dont il a rectifié la description sur quelques points, et sur les filets nerveux qui les animent (fig. 100 et 101). Ce dernier point était d'autant plus nécessaire que pour obtenir la contraction isolée des muscles faciaux, il fallait porter avec justesse l'excitation sur les rameaux nerveux moteurs qui s'y perdent, et trouver par conséquent, pour chaque muscle et même pour chaque faisceau principal de ce muscle, un lieu d'élection où les rhéophores pussent être appliqués. Cette détermination indispensable à la netteté des résultats, n'était pas une médiocre tâche, comme le comprendront, sans peine, tous ceux qui connaissent la disposition anatomique du nerf facial, et il est bon de la rappeler à ceux qui voudraient répéter les expériences, afin de les prémunir contre les insuccès, les contradictions et les doutes que pourraient produire leurs premiers essais.

(1) Duchenne, *loc.*, *cit.*, Préface, page VII.

Mais ce n'est pas tout : les filets sensitifs sillonnent en tous sens la couche sous-cutanée de la face, et il est bien difficile d'appliquer les rhéophores quelque part sans provoquer

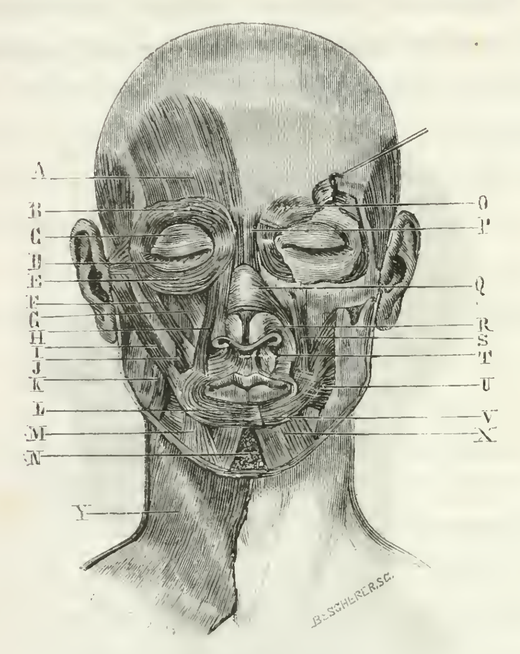



Fig. 100 (*).

(*) Préparation anatomique des muscles de la face. — A, frontal, muscle de l'attention. B, orbiculaire extra-palpébral supérieur, muscle de la réflexion ; C, D, palpébraux supérieur et inférieur, muscle du mépris et complémentaire du pleureur ; E, orbiculaire extra-palpébral inférieur, muscle de la bienveillance et complémentaire de la joie franche ; F, petit zygomatique, muscle du pleurer modéré et du chagrin ; G, élévateur propre de la lèvre supérieure, muscle du pleurer ; H, élévateur commun de la lèvre supérieure et de l'aile du nez, muscle du pleurnicher ; I, grand zygomatique, muscle de la joie ; K, masséter ; L, orbiculaire des lèvres ; M, triangulaire des lèvres, muscle de la tristesse et complémentaire des passions agressives ; N, houppe du menton ; O, sourcilier, muscle de la souffrance ; P, pyramidal du nez, muscle de l'agression ; Q, transverse du nez, muscle de la lasciveté, de la lubricité ; R, dilatateur des ailes du nez, muscle complémentaire des expressions passionnées ; U, buccinateur, muscle de l'ironie ; V, fibres profondes de l'orbiculaire des lèvres se continuant avec le buccinatenr ; X, carré du menton, muscle complémentaire de l'ironie et des passions agressives ; Y, peaucier, muscle de la frayeur, de l'effroi et complémentaire de la colère.

des sensations douloureuses (voy. la fig. 101). Or, on pouvait accuser ces sensations de réagir sur les muscles, ce qui ôtait aux contractions le caractère de précision qu'on leur attribuait. M. Duchenne a été assez heureux pour écarter cette objection, en trouvant un sujet d'un âge mûr, atteint d'anes-

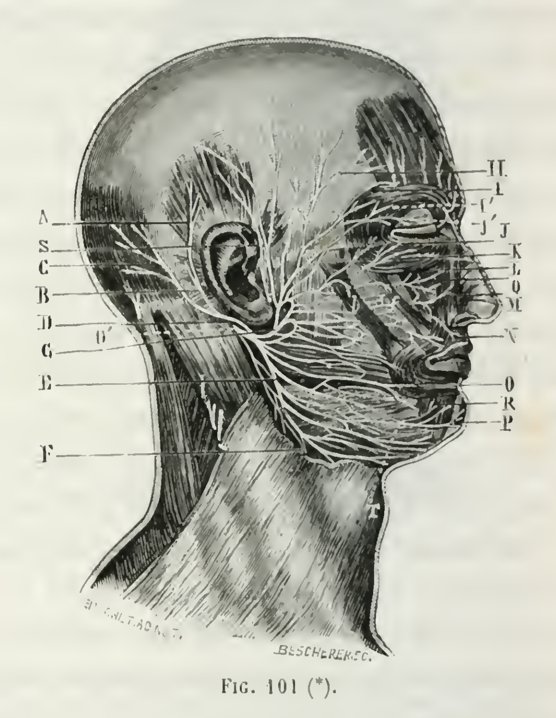



Fig. 101 (*).

(*) Préparation anatomique des nerfs moteurs de la face (de la septième paire). — H, Filet moteur du frontal ; I, filet moteur du sourcilier ; I', filet moteur de l'orbiculaire palpébral supérieur ; J, filet moteur du palpébral inférieur ; K, filet moteur du palpébral inférieur ; *b*, filet moteur du grand zygomatique ; *c*, filet moteur du petit zygomatique ; Q, filet moteur de l'élévateur propre de la lèvre supérieure ; M, filet moteur du transverse du nez ; L, filet moteur de l'élévateur commun de la lèvre supérieure et de l'aile du nez ; N, O, filets moteurs de l'orbiculaire des lèvres ; R, filet moteur du carré du menton ; P, filet moteur de la houppe du menton ; F, filet moteur du peaucier ; D', tronc du facial à sa sortie de l'aqueduc du Fallope ; G, branche temporo-faciale ; E, branche cervico-faciale ; A, B, filets moteurs des muscles auriculaires postérieur et supérieur ; C, filet moteur de muscle occipital ; S, branche auriculo-temporale de la cinquième paire ; T, rameau moteur des muscles orbiculaire inférieur des lèvres, carré du menton et triangulaire des lèvres.

thésie faciale, d'où la possibilité de faire contracter les muscles, sans provoquer de sensations douloureuses, et, par conséquent, de supprimer une complication.

Ce n'est point ici le lieu d'exposer avec détails sa méthode d'électrisation localisée. Voici cependant quelques principes généraux applicables surtout à l'électrisation localisée des muscles de la face que nous extrayons d'un mémoire de l'auteur (1). Ils ne doivent pas être négligés par ceux qui voudraient répéter ses expériences.

## PRÉCEPTES GÉNÉRAUX A OBSERVER DANS LA PRATIQUE DES EXPÉRIENCES FAITES A LA FACE.

« L'électricité galvanique, comme je l'ai démontré ailleurs (2), exciterait trop vivement la rétine. On ne doit, par conséquent, pas l'employer, sous peine de compromettre la vue des sujets soumis à ces expériences. C'est l'électricité d'induction, que j'ai appelée faradisme, dénomination tirée du nom de son inventeur Faraday, qui convient le mieux dans ces cas : 1° parce qu'elle agit faiblement sur la vue, surtout si l'on fait usage du courant de premier ordre (appelé dans le langage usuel *extra courant*); 2° parce que son action calorifique est très-faible ; 3° enfin, parce que les appareils qui le dégagent, étant infiniment plus parfaits et portatifs, peuvent être appropriés à ce genre de recherches. »

« Le choix d'un bon appareil importe beaucoup à la réussite de ces expériences électro-physionomiques. Il faut surtout que

(1) Mémoire adressé par M. Duchenne (de Boulogne) au concours ouvert à l'Académie des sciences, en 1856, par S. M. Napoléon III, sur l'application de l'électricité à la médecine et aux arts industriels.

(2) *Électrisation localisée*, 2e édition. Paris, 1861.

sa graduation se fasse avec précision et sur une échelle d'une grande étendue, de telle sorte qu'en commençant par une dose très-faible, on puisse obtenir différents degrés de contraction du muscle excité, et conséquemment toutes les nuances de telle ou telle expression de la face. Enfin, les intermittences du courant d'induction doivent être aussi rapides et aussi régulières que possible, pour imiter les contractions nerveuses. Si ces intermittences étaient trop éloignées les unes des autres, elles produiraient une sorte de tremblement ou de frémissement musculaire qui troublerait l'expression. »

« Les rhéophores (conducteurs du courant) doivent offrir peu de surface à leur extrémité, de manière à ne toucher que le point de la peau qui se trouve en rapport avec le volume de l'organe (muscle ou nerf) à exciter. Les plus convenables sont des excitateurs courbes terminés en cône. Ils sont fixés à des manches de bois ou d'ivoire. »

« Pour provoquer la contraction isolée d'un muscle de la face, on place l'excitateur au niveau du point d'élection de ce muscle, et l'on ferme le courant en posant le second excitateur sur une partie quelconque du corps. Les points d'élection sur lesquels doivent être appliqués les rhéophores, dans la pratique de l'électrisation localisée des muscles de la face, sont les filets nerveux de ces muscles. »

« La contraction simultanée et égale de deux muscles similaires, des deux grands zygomatiques, par exemple, ne peut être obtenue avec un seul appareil dont chacun des pôles agirait sur chacun de ces muscles, parce que l'un de ces pôles (le négatif), étant plus puissant que l'autre (le positif), provoque la contraction beaucoup plus énergique du muscle avec lequel il est mis en rapport. Il faut donc se servir, dans ce cas, de deux appareils, dont on place les pôles positifs sur les deux

muscles à exciter, en ayant soin d'égaliser leur intensité à l'aide de leur graduateur, puis on ferme le courant en appliquant les autres pôles sur une autre partie du corps. »

« La pratique de ce genre d'expériences exige des connaissances spéciales sur l'anatomie de la face. Il faut avoir présent à l'esprit les points d'attache des muscles, la position et la direction des filets nerveux, provenant des divisions de la septième paire et qui animent particulièrement chacun des muscles de la face. On doit surtout étudier exactement les points d'immersion de chacun de ces filets nerveux ; ce qui a été trop négligé jusqu'à ce jour. » (Ils sont exactement représentés dans la figure 101.)

« C'est, en général, au niveau de ces points d'immersion que, dans mes expériences électro-physiologiques faites sur les muscles de la face, je place mes excitateurs, afin d'obtenir la contraction de toutes les fibres dont ces muscles se composent.

« Malgré l'observation de toutes ces règles, on rencontre souvent des difficultés provenant de différentes causes qu'il importe de signaler. »

« Si l'on jette un regard sur la fig. 101, qui représente la dissection du nerf moteur de la face, rien ne paraît plus facile que l'excitation individuelle des muscles faciaux ; mais lorsque la peau recouvre ces organes, ce n'est plus, on le conçoit, chose si simple qu'une telle opération. Avec une grande habitude on y arrive, il est vrai, quelquefois du premier coup, mais ordinairement il faut un peu tâtonner avant de toucher juste le point anatomique. Il existe, en effet, des variétés individuelles qui peuvent faire rencontrer une branche nerveuse destinée à mettre en mouvement un plus ou moins grand nombre de muscles ; ce que l'on reconnaît à leur contraction simultanée.

Il suffit, dans ce cas, de déplacer le rhéophore d'un ou deux millimètres, pour éviter cette contraction complexe. Il est rare, alors, que l'on ne retrouve pas le filet nerveux propre du muscle que l'on veut exciter isolément. »

« Il arrive quelquefois que le courant est trop intense et pénètre trop profondément. Supposons que l'on ait à faire contracter partiellement le grand zygomatique (I, fig. 100), et que le rhéophore soit placé dans le point d'élection, c'est-à-dire au niveau de son filet nerveux (B, fig. 101); si le courant était assez intense pour pénétrer jusqu'au rameau palpébral inférieur qui passe au-dessous de ce muscle, on obtiendrait par l'excitation des divisions de ce rameau (les filets K, L, Q moteurs du palpébral inférieur, de l'élévateur commun de la lèvre supérieure et de l'aile du nez, et enfin de l'élévateur propre de la lèvre supérieur), la contraction simultanée du grand zygomatique et des muscles animés par ces filets nerveux. Est-il besoin de dire qu'en diminuant la force du courant, on arriverait facilement à limiter l'excitation dans le grand zygomatique.

### FAITS GÉNÉRAUX PRINCIPAUX QUI RESSORTENT DES EXPÉRIENCES ÉLECTRO-PHYSIOLOGIQUES SUR LA FACE.

« Pour connaître et juger le degré d'influence exercée sur l'expression par les muscles de la face, j'ai provoqué la contraction de ces derniers à l'aide de courants électriques, au moment où la physionomie était au repos, où elle annonçait le calme intérieur; le regard du sujet était alors fixe et dirigé devant lui. »

« J'ai d'abord mis chacun des muscles partiellement en action, tantôt d'un seul côté, tantôt des deux côtés à la fois;

puis, allant du simple au composé, j'ai essayé de combiner ces contractions musculaires partielles, en les variant autant que possible, c'est-à-dire en faisant contracter les muscles de noms différents, deux par deux, trois par trois.

« Je vais exposer sommairement, dans les paragraphes suivants, les faits généraux principaux qui ont été mis en lumière par ces contractions partielles et par ces contractions combinées des muscles de la face. »

### § I. — Contractions partielles des muscles de la face.

« L'étude expérimentale des contractions partielles des muscles de la face apprend qu'elles sont, ou *complétement expressives*, ou *incomplétement expressives*, ou *expressives complémentaires*, ou *inexpressives*. »

#### A. — Contractions partielles complétement expressives.

« Il est des muscles qui jouissent du privilége exclusif de peindre complétement, par leur action isolée, une expression qui leur est propre.

» Au premier abord, cette assertion paraît paradoxale ; car, bien que l'on ait accordé à un petit nombre de muscles une influence spéciale sur la physionomie, on n'en a pas moins professé que toute expression exige le concours, la synergie d'autres muscles.

» J'ai partagé, je l'avoue, cette opinion, que j'ai cru même un instant confirmée par l'expérimentation électro-physiologique.

» Dès le début de mes recherches, en effet, j'avais remarqué que le mouvement partiel de l'un des muscles moteurs du sourcil produisait toujours une expression complète sur la face humaine. Il est, par exemple, un muscle qui représente

la souffrance (le sourcilier, O, fig. 100). Eh bien! sitôt que j'en provoquais la contraction électrique, non-seulement le sourcil prenait la forme qui caractérise cette expression de souffrance, mais les autres parties ou traits du visage, principalement la bouche et la ligne naso-labiale, semblaient également subir une modification profonde, pour s'harmoniser avec le sourcil et peindre, comme lui, cet état pénible de l'âme.

» Dans cette expérience, la région sourcilière seule avait été le siége d'une contraction très-évidente, et je n'avais pu constater le plus léger mouvement sur les autres points de la face. Cependant j'étais forcé de convenir que cette modification générale des traits que l'on observait alors paraissait être produite par la contration synergique d'un plus ou moins grand nombre de muscles, quoique je n'en eusse excité qu'un seul. C'était aussi l'avis des personnes devant lesquelles je répétais mes expériences.

» Quel était donc le mécanisme de ce mouvement général en apparence, de la face? était-il dû à une action réflexe? Quelle que fût l'explication de ce phénomène, il semblait en ressortir, pour tout le monde, que la localisation de l'électrisation musculaire n'était pas réalisable à la face.

» Je n'attendais plus rien de ces expériences électro-physiologiques, lorsqu'un hasard heureux vint me révéler que j'avais été le jouet d'une illusion.

» Un jour que j'excitais le muscle de la souffrance, et au moment où les traits paraissaient s'être contractés douloureusement, le sourcil et le front furent tout à coup masqués accidentellement (le voile de la personne sur laquelle je faisais cette expérience s'était abaissé sur ses yeux). Quelle fut alors ma surprise en voyant que la partie inférieure du visage n'éprouvait plus la moindre apparence de contraction! »

» Je renouvelai plusieurs fois cette expérience, couvrant et découvrant alternativement le front et le sourcil; je la répétai sur d'autres sujets, et même sur le cadavre encore irritable, et toujours elle donna des résultats identiques, c'est-à-dire que je remarquai sur la partie du visage placée au-dessous du sourcil la même immobilité complète des traits; mais à l'instant où les sourcils et le front étaient découverts, de manière à laisser voir l'ensemble de la physionomie, les lignes expressives de la partie inférieure de la face semblaient s'animer douloureusement.

» Ce fut un trait de lumière; car il était de toute évidence que cette contraction apparente et générale de la face n'était qu'une illusion produite par l'influence des lignes du sourcil sur les autres traits du visage.

» Il est certainement impossible de ne pas se laisser tromper par cette illusion, qui est, comme je l'ai dit précédemment, une espèce de mirage exercé par les mouvements partiels du sourcil, si l'expérimentation directe ne vient pas la dissiper.

» Toute proposition qui blesse l'opinion générale ou qui ressemble à une hérésie physiologique devrait être démontrée immédiatement. Il importerait donc de faire connaître maintenant les faits qui sont la preuve physique et complète des assertions précédentes; mais il me faudrait alors intervertir l'ordre que je suis forcé de suivre dans l'exposition de mes recherches. Il convient seulement, dans ces considérations générales et préliminaires, de ne mettre en relief que les faits principaux qui donnent une idée de l'importance et du but de mes recherches expérimentales sur la physionomie en mouvement.

» En vertu de quelle loi un mouvement circonscrit dans un

point de la partie supérieure de la face peut-il imprimer, en apparence, une telle modification aux autres traits de cette région?

» C'est ici le lieu de comparer à ce phénomène les effets d'illusion exercés sur l'organe visuel par le rapprochement de certaines teintes. M. Chevreul, directeur de la manufacture des Gobelins, et membre de l'Institut, a publié sur ce sujet un ouvrage d'un très-grand mérite, et surtout d'une grande utilité dans la pratique de la peinture (1). Ce savant a démontré que des couleurs, et même seulement des nuances placées les unes à côté des autres, se modifient tellement et de telle manière, que l'œil les voit tout autres qu'elles ne sont en réalité. Mettez, par exemple, une couche de couleur orangée à côté d'une teinte grise : si le gris est bleuâtre, il paraîtra bleu pâle; s'il tire sur le jaune, il paraîtra verdâtre.

» Cette espèce d'illusion d'optique exercée par le contraste simultané de couleurs échappe à toute espèce d'explication scientifique. Il en est de même de cette sorte de mirage que nous font éprouver certains mouvements circonscrits de la face.

» Quoi qu'il en soit, l'utilité de l'illusion produite par certains traits de visage ne saurait être méconnue. En voici, je crois, les principaux avantages.

» 1° Si pour peindre chaque passion ou chaque sentiment, il eût été nécessaire de mettre tous les muscles simultanément en jeu, afin de modifier les traits de la face d'une manière générale, l'action nerveuse eût été beaucoup plus compliquée.

(1) Chevreul, *Loi du contraste simultané des couleurs*, Paris. 1839.

» 2° Les traits qui représentent l'image d'une passion étant réduits à un muscle ou à un petit nombre, et dans un point limité de la face, leur signification devenait plus facile à saisir.

» 3° Ces traits, quoique circonscrits, devaient impressionner davantage en exerçant une influence générale; mais les passions à exprimer étant assez nombreuses, il ne fallait pas trop multiplier les contractions des muscles qui servent à en tracer les signes et dont le nombre est limité.

» Reconnaissons ici que l'ingénieux artifice employé par la nature pour arriver à ses fins est digne de notre admiration. Si, en effet, à la vue d'un mouvement aussi limité et qui nous fait reconnaître l'image parfaite d'une émotion, il nous semble que la face s'est modifiée d'une manière générale, si nous subissons de telles illusions, c'est uniquement en vertu de notre organisation, en vertu d'une faculté que nous possédons en naissant. »

B. — Contractions partielles incomplétement expressives.

« Parmi les muscles qui sont situés au-dessous du sourcil, il en est qui, de même que ceux de l'ordre précédent, jouissent d'une expression propre, et réagissent d'une manière générale sur la physionomie; mais alors cette expression est incomplète.

» Ces muscles sont éminemment expressifs; leur action individuelle trahit un mouvement particulier de l'âme; chacun d'eux, en un mot, est le représentant unique d'une émotion. Qu'on les mette en effet successivement en jeu, et l'on verra tour à tour apparaître les lignes expressives de la joie (par le grand zygomatique, E, fig. 100), depuis le simple contentement jusqu'au rire fou, de la tristesse, du chagrin, du pleurer (par le triangulaire des lèvres, M, fig. 100), etc.

» C'est la première impression que l'on reçoit toujours, à la vue de ces contractions partielles; néanmoins on ne tarde pas à sentir que l'expression n'est pas naturelle, qu'elle est comme factice, qu'il lui manque enfin quelque chose.

» Quel est donc le trait qui fait alors défaut et qui devrait compléter l'expression? C'est ce qu'il n'est pas toujours facile de trouver, si j'en juge toutefois par les opinions que j'ai entendu émettre par les personnes qui assistaient à mes expériences.

» L'expérimentation m'a quelquefois appris quels muscles doivent alors entrer synergiquement en contraction pour compléter l'expression. Je reviendrai bientôt sur ce sujet important. »

C. — Contractions partielles expressives complémentaires.

« Isolément, quelques muscles situés au-dessous du sourcil n'expriment absolument rien par eux-mêmes, quoiqu'ils acquièrent la propriété de représenter spécialement des passions en se combinant avec d'autres muscles, et qu'ils soient destinés à venir en aide à certaines expressions, soit pour les compléter, soit pour leur imprimer un autre caractère.

» J'en citerai un exemple. Il est un muscle qui attire obliquement en bas et en dehors tous les téguments de la partie inférieure de la face, et gonfle la moitié antérieure du cou, sans tracer le moindre signe physionomique qui décèle une expression quelconque. Ce muscle produit seulement une déformation des traits. Mais, dès l'instant que l'on marie l'action de ce muscle avec celle de tel ou tel autre, on fait apparaître à volonté sur la figure, et avec une vérité saisissante, l'image des passions les plus violentes : la frayeur, l'épouvante, l'effroi, la torture, etc. »

D. — Contractions partielles inexpressives.

« Il n'est pas un seul des muscles de la face qui ne soit mis synergiquement en action par une passion ; mais quelques-uns d'entre eux (en très-petit nombre) ne produisent aucune ligne expressive apparente, bien que leur contraction partielle produise un mouvement très-appréciable. Au point de vue physionomique, ces muscles doivent donc être considérés comme inexpressifs. »

§ II. — Contractions combinées des muscles de la face.

« Les combinaisons musculaires de la face s'obtiennent en excitant simultanément plusieurs muscles de noms différents, d'un côté ou des deux côtés à la fois. Ces contractions combinées sont, ou *expressives*, ou *inexpressives*, ou *expressives discordantes*. »

A. — Contractions combinées expressives.

« L'étude expérimentale des contractions musculaires partielles de la face m'a révélé, ainsi que cela ressort des considérations exposées dans le paragraphe précédent, l'origine d'un grand nombre d'expressions physionomiques. Quelques-unes de ces expressions originelles, on l'a vu, sont parfaitement dessinées par les contractions partielles de certains muscles, tandis que d'autres expressions originelles, qui individuellement sont aussi représentées spécialement par un muscle, ont besoin cependant, pour être complètes, du concours d'un ou de plusieurs autres muscles.

» J'ai fait contracter tour à tour chacun des muscles de la face, conjointement avec les muscles incomplétement expressifs. Ces combinaisons musculaires m'ont fait connaître les

muscles complémentaires de ces derniers; elles m'ont appris qu'un muscle expressif complémentaire ne peut être suppléé par aucun autre muscle, et qu'il est toujours l'auxiliaire nécessaire de tel ou tel muscle incomplétement expressif. Elles m'ont enseigné enfin que, pour le mécanisme de l'expression de la physionomie, la nature procède, comme toujours, avec simplicité. Il est rare, en effet, que, dans ces combinaisons musculaires expressives, il m'ait fallu mettre plus de deux muscles simultanément en action, lorsque j'ai voulu produire d'une manière complète une des expressions que l'homme a la faculté de peindre sur sa face.

» Les expressions originelles de la face (qu'elles aient été produites par des contractions partielles complétement expressives, ou par la combinaison des muscles incomplétement expressifs avec les muscles expressifs complémentaires) sont primordiales; car elles peuvent, en s'associant, produire un ensemble harmonieux et donner naissance à d'autres expressions dont la signification est plus étendue, à des expressions *complexes*.

» Un exemple pour expliquer ma pensée. L'attention qui est produite par la contraction partielle du *frontal* (voy. A, fig. 100), et la joie qui est due à la synergie du *grand zygomatique* (voy. G, fig. 100) et de l'*orbiculaire inférieur* (voy. E, fig. 100) (l'un des muscles moteurs de la paupière inférieure), sont des expressions primordiales. Vient-on à les marier ensemble, la physionomie annoncera que l'âme est sous la vive impression d'une heureuse nouvelle, d'un bonheur inattendu : c'est une expression complexe. Si à ces deux expressions primordiales on joint celle de la lasciveté ou de la lubricité, en faisant contracter synergiquement avec les muscles précédents le *transverse du nez* (voy. Q, fig. 100),

les traits sensuels propres à cette dernière passion montreront le caractère spécial de l'attention attirée par une cause qui excite la lubricité, et peindront parfaitement, par exemple, la situation des vieillards impudiques de la chaste Suzanne.

» On voit donc, par cet exemple, que la combinaison des expressions primordiales produit des expressions plus ou moins complexes, et que dans leur progression elles se complètent par l'apparition successive des lignes propres à chaque expression primordiale.

» Est-il besoin de dire enfin que les combinaisons des expressions primordiales ne donnent origine à des expressions parfaites qu'à la condition d'être faites conformément aux lois de la nature ? »

B. — Contractions combinées inexpressives.

« Il est rationnel de penser que les muscles qui sont les représentants directs de passions contraires ne peuvent sympathiser ensemble, et que leur action combinée ne doit produire que des contractions inexpressives. En effet, il ne m'a pas été possible, en général, d'obtenir un ensemble naturel, harmonieux, de la réunion de deux expressions qui répondaient à des passions ou à des affections opposées, surtout lorsqu'elles étaient très-accentuées. Non-seulement alors la physionomie était plus ou moins grimaçante, mais encore elle laissait l'esprit du spectateur dans une grande incertitude sur sa signification réelle.

» Ainsi l'association des mouvements qui sont propres à l'expression de la joie et de la douleur donne une physionomie étrange qui s'éloigne d'autant plus de la vérité que ces mouvements expressifs sont plus énergiques. Il en est de même d'autres expressions contraires, dont l'union artificiellement

provoquée fausse la physionomie, au point qu'il est difficile, quelquefois même impossible de l'interpréter d'une manière quelconque.

» Il arrive souvent, dans ces expériences délicates, que l'excitateur rencontre un nerf qui anime un plus ou moins grand nombre de muscles. La contraction en masse qui en résulte ne produit jamais qu'une grimace qui ne rappelle aucune expression. Cette contraction en masse ressemble aux spasmes convulsifs que l'on observe dans une affection nerveuse connue sous le nom de *tic indolent de la face.* »

C. — Contractions combinées expressives discordantes.

« Il ne faudrait pas conclure des faits précédents qu'il y a toujours antagonisme absolu entre les expressions primordiales contraires.

» J'ai vu en effet les lignes qui trahissent la joie s'associer merveilleusement à celles de la douleur, pourvu que le mouvement fût modéré ; je reconnaissais alors l'image du sourire mélancolique. C'était un éclair de contentement, de joie, qui ne pouvait cependant dissiper les traces d'une douleur récente ou les signes d'un chagrin habituel : ainsi je me représente une mère souriant à son enfant au moment où elle pleure la perte d'un être chéri, d'un époux.

» Le mouvement du sourire n'indique pas seulement un contentement intérieur, il annonce aussi la bienveillance, cette heureuse disposition de l'âme qui fait compatir aux peines d'autrui quelquefois jusqu'à l'attendrissement. Unit-on, par exemple, le sourire (par la contraction du grand zygomatique C, fig. 100) au pleurer modéré (par la contraction du petit zygomatique F, fig. 100), et encore mieux à la contraction légère du muscle de la souffrance (par la contraction

du sourcilier O, fig. 100) on obtient une admirable expression de compassion, une expression des plus sympathiques.

» Ces contractions composées, au fond, par des expressions contraires, et qui peignent un sentiment pour ainsi dire forcé, je les appellerai *contractions combinées expressives discordantes.* »

## DE LA SYNERGIE MUSCULAIRE DES MOUVEMENTS EXPRESSIFS DE LA FACE.

» Les faits exposés dans les deux paragraphes précédents donnent lieu à une remarque qui, sans doute, n'échappe à personne : c'est que la synergie musculaire qui produit les mouvements physiologiques des membres et du tronc n'est nullement comparable à celle des mouvements expressifs de la face. Cette proposition exige quelques développements.

» Il n'est pas un mouvement physiologique du tronc ou des membres qui ne soit le résultat de la contraction synergique d'un plus ou moins grand nombre de muscles.... (1).

» Ces contractions synergiques sont nécessitées par les lois de la mécanique. Tout le monde le comprend ; il serait inutile de développer cette proposition, qui, au besoin, est démontrée par l'observation pathologique. J'ai d'ailleurs longuement étudié cette importante question. Est-il nécessaire de dire que les mêmes raisons d'équilibre n'existent pas pour les mouvements expressifs de la face ?

» Le Créateur n'a donc pas eu à se préoccuper ici des besoins de la mécanique ; il a pu, selon sa sagesse, ou — que l'on me pardonne cette manière de parler — par une divine fantaisie,

(1) Cette proposition ayant été démontrée par les faits exposés dans les parties précédentes, principalement dans l'appendice : *Nouvelle théorie de la coordination des mouvements*, nous y renvoyons le lecteur. (*Note des éditeurs.*)

mettre en action tel ou tel muscle, un seul ou plusieurs muscles à la fois, lorsqu'il a voulu que les signes caractéristiques des passions, même les plus fugaces, fussent écrits passagèrement sur la face de l'homme. Ce langage de la physionomie une fois créé, il lui a suffi, pour le rendre universel et immuable, de donner à tout être humain la faculté instinctive d'exprimer toujours ses sentiments par la contraction des mêmes muscles.

» Il était certainement possible de doubler le nombre des signes expressifs de la physionomie; il fallait, pour cela, que chaque sentiment ne mît en jeu qu'un seul côté de la face, ainsi qu'on me le voit faire dans mes expériences. Mais on sent combien un tel langage eût été disgracieux; c'est probablement dans le but de le rendre harmonieux que la nature a mis au service de chaque passion les muscles homologues (de même nom), en nous privant de la faculté de les faire jouer isolément (1). »

### UTILITÉ DE CES RECHERCHES.

« Personne, assurément, continue M. Duchenne, ne contestera la nouveauté des faits qui ressortent de mes expériences électro-physiologiques sur l'expression de la physionomie. Je vais essayer d'en démontrer aussi brièvement que possible l'utilité, au point de vue anatomique et physiologique.

» A. — La plupart des muscles de la face semblent se continuer les uns dans les autres, surtout lorsqu'on les étudie par leur face interne. M. le professeur Cruveilhier a eu l'obligeance de me montrer des figures dessinées d'après des préparations anatomiques qu'il avait faites dans le but d'étudier les

(1) *Loc. cit.*, considérations générales de la page 17 à la page 32.

muscles par leur face postérieure, après avoir détaché des os, en masse, les parties molles du visage. On voit, dans ces préparations, que toutes les fibres musculaires semblent se continuer les unes dans les autres, à tel point qu'on ne saurait assigner les limites exactes du plus grand nombre des muscles de la face.

» Si cette continuité fibrillaire des muscles de la face était réelle, leur indépendance serait très-compromise, sinon annulée. Comment concevoir, en effet, qu'un muscle puisse se contracter dans une portion de sa longueur ou de sa continuité ? Et, dans ce cas, où placerait-on le point fixe ? En un mot, avec cette doctrine de la continuité fibrillaire (1) qui convertit, pour ainsi dire, en un masque tous les muscles de la face, on ne peut s'expliquer le mécanisme de cette foule de petits mouvements indépendants, qui écrivent sur la figure les impressions si nombreuses de l'âme en caractères toujours identiques.

» L'anatomie morte, dont la principale mission est de nous guider dans nos recherches sur les mystères de la vie, en nous aidant à connaître les fonctions des organes, semblait au contraire s'attacher ici à nous égarer. Il était réservé à l'exploration électro-musculaire, véritable anatomie vivante, de démontrer que cette continuité fibrillaire n'est qu'une illusion.

» C'est ainsi que, par ce moyen, j'ai découvert les limites de quelques muscles que l'on croyait se continuer les uns dans les autres, ce qui, depuis lors, a été confirmé pour un muscle (le pyramidal du nez) (B, fig. 100) à l'aide du scalpel (2).

(1) Cette doctrine de la continuité fibrillaire reconnaît pour chef Bellingeri, célèbre anatomiste italien.

(2) Nous transcrivons ici une note que M. Gubler, professeur agrégé, a

» B. — L'électro-physiologie démontre l'existence, à la face, de muscles qui ne sont ni classés ni dénommés. J'en vais citer plusieurs exemples.

» Un rhéophore, placé sur l'aile du nez, dilate la narine comme le fait la nature dans les grandes émotions. L'anatomie morte en est encore à trouver un muscle qui puisse expliquer ce mouvement : elle va même jusqu'à nier (1) l'existence de fibres musculaires dans l'aile du nez (voy. le dilatateur de l'aile du nez, R, fig. 101). J'espère pouvoir montrer que ce muscle a été confondu avec un autre muscle connu sous le nom de *myrtiforme*, composé lui-même de plusieurs muscles dont les fonctions sont opposées.

» L'anatomie morte a confondu dans une même dénomination des muscles qui possèdent une action indépendante,

écrite sur ce sujet, et que M. Duchenne (de Boulogne) a consignée dans son *Traité de l'élect. localisée*, 1[re] édit., p. 386. (*Note des éditeurs*)

« Si l'on prend un faisceau musculaire du peaucier (Y, fig. 90), dit M. Gubler, on peut le suivre aisément dans le triangulaire des lèvres (M, fig. 90), par exemple; mais avec de l'attention on peut s'assurer qu'à l'endroit où ce faisceau s'engage dans le muscle triangulaire, il existe une ligne grisâtre, transversale, au niveau de laquelle les fibres musculaires primitives sont manifestement interrompues par une petite bande de tissu cellulo-fibreux. Il y a donc en réalité deux faisceaux musculaires, ajoutés bout à bout et soudés par du tissu fibreux, à peu près comme cela se voit dans les muscles droits de l'abdomen; par conséquent, chacun des faisceaux communs au peaucier et au triangulaire des lèvres représente un petit muscle digastrique, ou même *polygastrique*, si l'on en démontre la continuité jusque dans l'orbiculaire des lèvres ou l'élévateur de la lèvre supérieure. »

M. Gubler considère cette vue comme applicable aux autres muscles de la même région. Les petites intersections fibreuses dont il s'agit, lui ont paru donner naissance à quelques filaments qui les retiennent, soit à la mâchoire inférieure, soit à la peau, et diminuent nécessairement l'étendue de la contraction des filets musculaires auxquels elles servent de moyen d'union, comme de séparation.

(1) Voyez Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*, 1866, p. 627.

sous l'influence de l'excitation électrique, comme pour les mouvements volontaires et instinctifs, des muscles enfin qui sont destinés à des fonctions essentiellement différentes. »

Nous citerons comme exemple les recherches anatomiques et expérimentales que M. Duchenne (de Boulogne) a faites sur les muscles moteurs du sourcil et de l'orbiculaire des paupières (1).

### RECHERCHES ANATOMIQUES ET EXPÉRIMENTALES SUR LES MUSCLES MOTEURS DU SOURCIL.

« Le sourcil est entraîné dans diverses directions par quatre muscles spéciaux. Deux de ces muscles l'élèvent ou l'abaissent en masse ; les deux autres n'élèvent ou n'abaissent que son extrémité interne (la tête du sourcil). Les premiers décèlent un état de l'esprit, les derniers peignent deux émotions différentes. Ces muscles sont, suivant l'ordre dans lequel je traiterai de chacun d'eux : 1° le frontal A, fig. 100 ; 2° un faisceau de l'orbiculaire des paupières (qui n'est pas dénommé) qui est constitué par la moitié supérieure de la portion orbiculaire, et que j'appelle l'orbiculaire extra-palpébral supérieur ; 3° le pyramidal du nez ; 4° le sourcilier.

» S'il fallait s'en rapporter à l'enseignement des anatomistes, les muscles moteurs du sourcil ne seraient que des portions de muscles, et plusieurs d'entre eux seraient destinés aux mêmes usages expressifs. Ainsi, selon eux, le muscle pyramidal devrait être considéré comme le pilier du muscle frontal dans lequel ses fibres se continueraient, et ne jouirait pas de mouvements propres, dignes d'être signalés ; le sourcilier et la moitié supérieure de la portion orbiculaire exerceraient une action commune et identique sur le sourcil ; les fibres du premier se continueraient dans celles du second. Il est ressorti cependant de l'expérimention électrique, que chacun de ces moteurs du sourcil imprime à la physionomie une expression caractéristique qui se trouve être justement la reproduction exacte d'une expression naturelle et spéciale. Il me sera facile de démontrer, en procédant de la sorte, qu'on ne saurait, avec les données physiologiques qui règnent actuellement dans la science sur les mouvements du sourcil, comprendre le mécanisme en vertu duquel cet état particulier de l'âme peut se peindre sur la face.

(1) Cette note est extraite d'un travail adressé par M. Duchenne (de Boulogne) au concours ouvert à l'Académie des sciences, en 1856, par S. M. Napoléon III, sur l'application de l'électricité à la médecine et aux arts industriels. (*Note des éditeurs.*)

» Il sera prouvé par les faits que je vais exposer que les muscles du sourcil sont doués de mouvements propres et que la nature a établi un rapport intime entre chacun d'eux et certains mouvements psychiques; et puisque, dans ce but, ces moteurs du sourcil sont servis par des nerfs spéciaux, il est bien permis de les considérer, physiologiquement, comme autant de muscles indépendants. »

### I. — Frontal (muscle de l'attention, et par ses combinaisons, muscle de la surprise, de l'admiration, de l'effroi).

« Le muscle frontal (A fig. 100) est situé à la région frontale. Placé sous la peau, à laquelle il est uni par un tissu cellulaire très-dense (ce qui rend sa préparation difficile et son aspect lacéré), il recouvre le périoste du crâne. Il est séparé de celui-ci par un tissu cellulaire séreux, abondant, qui permet une grande mobilité aux ligaments. Il est mince, large, quadrilatère, et bifide supérieurement. Ses fibres s'insèrent au bord antérieur de l'aponévrose épicrânienne, en décrivant, de chaque côté du front, deux courbes à concavité inférieure qui se réunissent sur la ligne médiane et forment, à travers la peau, un relief plus ou moins prononcé et visible, surtout chez les chauves.

» Il a été considéré par tous les anatomistes comme un muscle impair. Ce n'est qu'une apparence, car la septième paire lui envoie, de chaque côté, comme aux autres muscles de la face, un rameau nerveux, H, fig. 101, qui fait mouvoir indépendamment chacune de ses moitiés. En outre, celles-ci peuvent être paralysées isolément (par exemple, dans l'hémiplégie faciale rhumatismale.

» La faradisation localisée démontre aussi la parfaite indépendance de ces moitiés, lorsqu'on excite les rameaux frontaux H de la septième paire. Enfin, j'ai constaté, par l'exploration électrique, chez un petit nombre de sujets, l'absence de fibres musculaires sur la ligne médiane du front, et dans toute sa hauteur, jusqu'au niveau du sourcil.

» De leur attache supérieure, les fibres musculaires descendent parallèlement vers le sourcil et vers l'espace intersourcilier.

» Les données fournies par les anatomistes sur ce point particulier me paraissent propres à jeter la confusion sur la physiologie musculaire du sourcil. Les fibres du frontal, disent-ils, se continuent, les unes dans celles du pyramidal, les autres dans celles du sourcilier et de l'orbiculaire des paupières. On serait en droit d'en conclure que l'indépendance physiologique de ces muscles ne peut exister.

» Or, j'ai démontré expérimentalement, en traitant spécialement dans l'étude électro-physiologique des muscles moteurs du sourcil (1), le peu de

(1) *Loc. cit.*, de la page 13 à la page 62.

fondement de ces assertions dont quelques-unes sont même des erreurs anatomiques. »

## II. — Orbiculaire des paupières.

« Le muscle dit *orbiculaire des paupières* est un composé de muscles indépendant les uns des autres.

» Le muscle orbiculaire des paupières B, C, D, fig. 100, recouvre la base de l'orbite et les paupières. Il forme une zone elliptique, plus ou moins large. Voici approximativement sa largeur chez l'adulte : Les paupières étant rapprochées, on compte de la partie moyenne du bord libre des paupières aux fibres les plus excentriques de ce muscle, pour la moitié supérieure, 2 centimètres, pour la moitié inférieure, 3 centimètres, de dehors en dedans et de dedans en dehors, 2 centimètres trois quarts.

» L'orbiculaire possède un tendon (ligament palpébral) de 4 à 6 millimètres de long sur un demi-millimètre de large. Sans entrer ici dans la description complète de ce tendon, je rappellerai : 1° qu'il s'attache en dedans par deux racines, l'une antérieure (tendon direct de l'orbiculaire), à l'apophyse montante de l'os maxillaire, au-devant du sac lacrymal qu'il divise en deux parties inégales, l'autre postérieure ou réfléchie, à la lèvre postérieure de la gouttière lacrymale ; 2° qu'il se bifurque vers son extrémité palpébrale et que chaque branche de la bifurcation s'attache au cartilage tarse correspondant.

» Les fibres qui recouvrent les paupières tirent leur origine de la face inférieure et supérieure de ce tendon. Ces fibres constituent ce que l'on appelle portion palpébrale ciliaire. Celles qui recouvrent la base de l'orbite naissent de l'apophyse orbitaire interne du frontal et de la partie inférieure interne de la base de l'orbite Cette zone musculaire extra-palpébrale est connue sous le nom de portion orbiculaire.

» De leur attache interne, toutes ces fibres se dirigent de dedans en dehors et se divisent en deux moitiés : une moitié supérieure qui décrit des courbes concentriques, à concavité inférieure, et une moitié inférieure qui décrit également des courbes concentriques à concavité supérieure.

» Les fibres de la portion orbiculaire sont d'une rougeur prononcée et forment un faisceau assez épais. Elles sont intimement unies à la peau, à l'aide d'un tissu assez fibreux et adipeux très-serré, dans sa moitié supérieure et lâche dans sa moitié inférieure. Les fibres de la portion palpébrale sont très-pâles et très-minces ; elles sont unies à la peau des paupières par un tissu cellulaire séreux, très-susceptible d'infiltration.

» Jusqu'ici la description précédente qui n'est, à peu près, que la reproduction de toutes celles que l'on trouve dans la plupart des traités d'anatomie, est parfaitement exacte.

» J'ai cependant omis, avec intention, de comprendre dans cette descrip-

tion un petit muscle que l'on a eu le tort de confondre avec le muscle orbiculaire des paupières ; je veux parler du muscle de Horner dont l'usage me paraît avoir été méconnu et que l'on devrait appeler, d'après sa fonction, *muscle des points lacrymaux*. Il ressort de mes recherches que ce muscle porte fortement en arrière et en dedans, dans le grand angle de l'œil, les points lacrymaux qu'il fait saillir d'un demi-millimètre. C'est à lui qu'est due la forme arrondie du grand angle de l'œil (1).

» J'ai maintenant à soulever des questions dont la solution est du plus haut intérêt, au point de vue de l'étude fonctionnelle de toutes ces fibres musculaires dont on a fait un seul muscle, sous le nom d'orbiculaire des paupières.

» Les fibres extra-palpébrales décrivent-elles une ellipse complète ? En d'autres termes, existe-t-il, à la partie externe de l'œil, une intersection fibreuse qui divise l'orbiculaire en deux moitiés indépendantes ?

» Les anatomistes divergent d'opinion sur ce point, mais l'expérience électro-physiologique ne laisse aucun doute à cet égard. Elle démontre : 1° qu'il existe en dehors et sur un plan correspondant à l'angle externe de l'œil un point neutre, c'est-à-dire un point où le rhéophore ne produit aucune contraction musculaire ; 2° qu'au-dessus de ce point on provoque seulement la contraction de la moitié supérieure de l'orbiculaire extra-palpébral, et qu'au-dessous de lui l'excitateur ne met en jeu que la moitié inférieure de l'orbiculaire extra-palpébral (2).

» La portion orbiculaire et la portion palpébrale se meuvent-elles indépendamment ? Forment-elles réellement deux portions distinctes ? Vers la fin du XVI^e siècle, cette question fut résolue affirmativement par un célèbre anatomiste français, Riolan, qui distingua le muscle orbiculaire en muscle orbiculaire proprement dit et en muscles ciliaires ou palpébraux, sans en

(1) J'ai aussi démontré (voy. *Électrisation localisée*, 2^e édition, 1861, par l'observation clinique cette fonction spéciale du muscle de Horner, dont M. Arlt (de Vienne) a contesté l'existence distincte (voy. *Congrès périodique international d'ophthalmologie*, compte rendu, 2^e session. Paris, 1862, p. 67).

(2) M. le professeur Cruveilhier, que j'ai rendu témoin de ces expériences, déclare cependant qu'il n'a jamais vu l'intersection fibreuse admise à la partie externe de l'œil par quelques anatomistes. Convaincu de son existence par l'exploration électrique exposée ci-dessus, je l'ai représentée dans l'orbiculaire droit de la figure 100 (publiée en janvier 1862, dans un livre intitulé : *Mécanisme de la physionomie humaine*, fig. 2, p. 2). Neuf mois plus tard, M. Arlt (de Vienne) est venu montrer en son nom et au nom du célèbre professeur d'anatomie, M. Hirtl, de Vienne, la confirmation de ce même fait anatomique, dans la séance du 1^er octobre 1862, sur des dessins, des préparations sèches et des préparations conservées dans l'alcool, qui se rapportent au muscle orbiculaire des paupières. — Ces messieurs n'avaient pas connaissance de mes recherches antérieures aux leurs (voy. *loc. cit.*, p. 65).

entrevoir l'utilité. Cette distinction ne fut pas généralement admise, et l'on continua de considérer l'orbiculaire comme un muscle unique, le sphincter des paupières.

» Riolan cependant approchait de la vérité, mais ce n'était qu'une vue de l'esprit qui avait besoin d'être démontrée, comme on va le voir. J'ajouterai que cet anatomiste n'a pas dit que les deux moitiés de la portion orbiculaire fussent indépendantes : ce qu'il me sera facile de démontrer.

» La septième paire leur envoie des filets nerveux propres, c'est-à-dire, 1° des filets palpébraux supérieurs pour les fibres qui constituent la moitié supérieure de la portion orbiculaire (I' fig. 101); 2° des filets palpébraux inférieurs pour les fibres de la paupière supérieure (J'); 3° enfin, des filets palpébraux inférieurs pour les fibres de la paupière inférieure et de la moitié inférieure de la portion orbiculaire (J et K).

» L'expérience directe montre l'action distincte de chacun de ces filets nerveux sur les différentes portions de l'orbiculaire des paupières. Vient-on, en effet, à localiser l'excitation électrique dans chacun de ces filets, on constate qu'ils ne mettent en jeu que les portions musculaires dans lesquelles ils se distribuent. — Enfin, l'observation des phénomènes naturels complète cette démonstration, car j'ai démontré que, dans le jeu de l'expression, chacune des portions de ce muscle se meut indépendamment et représente des émotions différentes de l'âme (1).

» En résumé, il me paraît démontré par cet ensemble de faits : 1° que le muscle, dit orbiculaire des paupières est anatomiquement et physiologiquement composé de cinq muscles indépendants les uns des autres ; 2° que ces muscles peuvent se contracter synergiquement, à la manière d'un sphincter, mais qu'ordinairement, sinon le plus souvent, la plupart d'entre eux agissent isolément, surtout, suivant les besoins du langage expressif; 3° que le premier (*moitié supérieure de l'orbiculaire extra-palpébral*, B, fig. 100) abaisse le sourcil et le porte en dedans; 4° que le second (*palpébral supérieur*, C), abaisse la paupière supérieure ; 5° que le troisième (*palpébral inférieur*, D) élève de bas en haut et de dehors en dedans la paupière inférieure ; 6° que le quatrième (*orbiculaire extra-palpébral inférieur*, E) produit une dépression au-dessous de la paupière inférieure ; 7° que le cinquième (muscle de Horner) est le moteur spécial des points lacrymaux dont il fait saillir les orifices de 1 à 2 millimètres, en les plongeant dans le grand angle de l'œil. »

Il convient de placer ici une étude de M. Duchenne (de Boulogne) sur le mécanisme du clignement (2).

(1) Voyez *loc. cit.*, Muscle de la réflexion, p. 19, Muscle de la bienveillance, p. 62.
(2) Voy. *Electrisation localisée*, 1re édition. Paris, 1855, p. 378.

« Un savant et habile anatomiste, M. Sappey, explique d'une manière ingénieuse le mécanisme du clignement.

» De tout temps, les physiologistes ont attribué ce phénomène de clignement : 1° à la sensation du besoin de cligner ; 2° à la contraction du sphincter des paupières sur lequel le cerveau averti par la cinquième paire réagit à l'aide du nerf facial ; 3° à la contraction consécutive de l'élévateur de la paupière supérieure qui agit sous l'influence de la troisième paire. Dans cette théorie, dit M. Sappey, le caractère distinctif de l'action musculaire a été évidemment méconnu : *toute contraction musculaire est essentiellement intermittente.* Quel est le muscle qui demeure contracté et tendu depuis le moment du réveil jusqu'à l'instant où nous retombons sous l'influence du sommeil? Quel est celui qui demeure contracté et tendu pendant une heure? Le cœur se repose soixante-dix-huit fois dans une minute ; dans le même laps de temps, le diaphragme se repose dix-huit ou vingt fois, et l'élévateur de la paupière supérieure resterait en permanence de contraction quinze ou dix-huit heures consécutives, s'il ne recevait du cerveau l'ordre de se relâcher. Non, ce muscle est soumis dans son action à la loi commune ; ses contractions sont intermittentes comme celles de tous les agents musculaires ; il se relâche environ une ou deux fois par minute, et au moment de chacune de ses détentes, le sphincter, en vertu de sa force tonique prédominante, ferme l'orifice palpébral que les contractions aussitôt renaissantes de son antagoniste dilatent de nouveau, sans que la durée de cette oscillation ait été sensible pour nous (1).

» Ainsi, pour M. Sappey, l'occlusion de l'orifice palpébral s'opère, non parce que le sphincter se contracte, mais parce que le dilatateur de cet orifice cesse de se contracter, et que la force tonique du premier muscle l'emporte sur celle de son antagoniste, l'élévateur de la paupière. Cette théorie de M. Sappey est si rationnelle en apparence, qu'il est difficile de ne pas se laisser séduire par elle. J'y ai cru un instant et j'espérais la voir en parfait accord avec l'observation clinique, comme doit l'être tout phénomène physiologique bien établi.

» Mais, il n'en est pas ainsi ; je vais le démontrer. S'il est vrai, comme l'affirme M. Sappey, que dans le clignement l'occlusion de l'orifice palpébral s'opère parce que l'élévateur de la paupière cesse de se contracter, et non parce que l'orbiculaire palpébral se contracte, le clignement ne devra plus avoir lieu toutes les fois que l'élévateur de la paupière sera paralysé. Or ce n'est pas ce qu'on observe alors, car sitôt qu'on soulève la paupière dont l'élévateur est paralysé, de manière que l'on impressionne la conjonctive, on voit cette paupière agitée par intervalles d'un mouvement de clignement très-prononcé, mouvement qui persiste encore après avoir

(1) Ph. C. Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*, 1850, t. I[er], p. 226.

laissé retomber la paupière. Il est des malades qui peuvent entr'ouvrir l'œil dont l'élévateur est paralysé en contractant fortement le frontal; eh bien, ils ne peuvent le faire sans que l'on voie apparaître le clignement, comme du côté sain. Il est évident que dans ces cas l'occlusion de l'ouverture palpébrale ne peut s'opérer que par la contraction de l'orbiculaire des paupières. C'est de la même manière que s'exécute le clignement dans l'état normal. C'est l'impression de l'air ou de la lumière sur la conjonctive qui excite le cerveau à réagir sur l'orbiculaire qui se contracte alors pour abriter la rétine. L'observation clinique donne évidemment raison à l'ancienne théorie contre celle de M. Sappey. Parmi les faits cliniques que je pourrais rapporter ici, à l'appui de mon opinion, j'en citerai seulement un, que j'ai fait observer publiquement, entre autres par M. Lebert, et par M. Gaillet professeur de physiologie à l'École de médecine de Reims. C'était un malade couché au n° 2 de la salle Saint-Félix (service de M. Andral), qui avait une paralysie double des troisième et sixième paires à droite, et de la septième paire du côté gauche. Il pouvait entr'ouvrir l'œil droit, et alors son front se plissait fortement de ce côté, et en même temps son sourcil et sa paupière étaient attirés en haut; il réussissait ainsi à écarter les paupières de 3 à 4 millimètres, et en renversant sa tête en arrière, il parvenait à voir. Du côté gauche (où existait la paralysie de la septième paire), on n'observait alors aucun mouvement dans la paupière, ni dans le front, ni dans le sourcil. Dès que l'air ou la lumière avait pu pénétrer dans l'œil droit par l'élévation de sa paupière supérieure, le clignement se produisait aussi fréquemment et complètement qu'à l'état normal. A gauche, lui soulevait-on la paupière qu'il ne pouvait élever lui-même, le clignement ne s'y faisait pas, bien que la vue y fût aussi bonne que du côté droit. En résumé, chez ce malade, le clignement se faisait malgré la paralysie de l'élévateur de la paupière supérieure. A gauche, où existait la paralysie de la septième paire, l'orbiculaire ne se contractait pas.

» Pendant le sommeil, les paupières se rapprochent. M. Sappey attribue ce phénomène uniquement à la prédominance de force tonique de l'orbiculaire sur celle de l'élévateur. S'il en était ainsi, la paupière supérieure gauche une fois soulevée, chez notre malade, aurait dû rester dans cette position, puisqu'elle n'était sollicitée par aucune force, son abaisseur étant paralysé comme son élévateur; eh bien, cette paupière se fermait aussi bien que celle du côté opposé, après avoir été relevée. Il existe donc, indépendamment de l'action tonique musculaire, une force qui tend naturellement à abaisser la paupière supérieure; cette force me paraît résider dans la disposition organique de la paupière elle-même.

» Enfin, la production du clignement par la contraction de l'orbiculaire n'exclut pas le relâchement simultané de l'élévateur de la paupière. L'observation clinique semble même prouver que ce relâchement a lieu, en effet,

pendant le clignement, en même temps que la contraction de l'orbiculaire; car lorsque ce dernier est paralysé (dans la paralysie de la septième paire), le clignement se produit encore bien que très-faiblement. Alors l'élévateur se relâche par intermittences, et la force inhérente à la disposition organique de la paupière qui tend à l'abaisser l'emporte sur la force tonique de l'élévateur, mais cette prédominance de force étant très-faible, le mouvement de clignement est nécessairement limité. »

### III. — Pyramidal du nez (muscle de l'agression).

« Le pyramidal du nez (*frontalis pars per dorsum nasi ducta*, *Eustachi*) n'a jamais existé que de nom pour les anatomistes. Ils professent, en effet, que ses fibres se continuent dans celles du frontal ; ils ne lui connaissent pas de fonctions spéciales ; en conséquence, ce muscle ne peut être, à leurs yeux, qu'un pilier du frontal, ce qui est du reste enseigné. Si tous ces faits sont exacts, je ne vois pas la raison qui les a décidés à donner une dénomination à cette portion musculaire.

» Je vais cependant démontrer que le pyramidal est réellement un muscle indépendant; des rhéophores qui mettront en jeu les fibres de ce petit muscle en feront connaître les limites, plus exactement peut-être que les recherches microscopiques les plus minutieuses.

» Placez un rhéophore sur la racine du nez, c'est-à-dire dans le point où le pyramidal est le plus développé ; vous verrez que la peau située au-dessus de lui est attirée en bas et que l'espace intersourcilier se plisse transversalement. Tant que l'excitateur ne dépasse pas le niveau des sourcils, le mouvement de la peau a toujours lieu de haut en bas ; mais au-dessus de ce point la peau se meut de bas en haut et se plisse transversalement sur la partie médiane du front, tandis qu'elle se tend dans l'espace intersourcilier.

» Entre les points dont l'excitation électrique provoque ces mouvements contraires, existe un espace d'une étendue variable, dans lequel le rhéophore ne produit aucun mouvement. Chez les sujets dont le muscle frontal est très-développé, cet espace est moins d'un demi-millimètre. Je l'ai vu varier d'un demi-millimètre à 3 centimètres.

» On ne peut admettre que des fibres musculaires ne soient pas contractiles dans un point de leur continuité, et qu'étant excitées alternativement au-dessus et au-dessous de ce point, quelquefois très-limité, comme je l'ai dit plus haut, ces fibres impriment des mouvements contraires à la peau du front. C'est donc dans ce dernier espace que j'appellerai *neutre*, que se trouve le point d'intersection qui sépare le pyramidal du frontal.

» Existe-t-il dans ce point neutre un interstice aponévrotique qui marque la limite de séparation entre les muscles pyramidal et frontal ? ou bien le

pyramidal se termine-t-il dans la peau ? Lorsque ce point neutre a une certaine étendue, cette intersection aponévrotique doit être visible à l'œil nu. Si, en effet, sur une étendue de 1 à 2 centimètres, on n'obtient pas, à l'état normal, de contraction par l'exploration électro-musculaire, c'est que dans ce point il n'y a pas de fibres contractiles, en d'autres termes, des fibres musculaires.

» M. Ludovic Hirschfeld, après avoir été témoin de mes expériences, a fait quelques recherches anatomiques sur ce sujet. Il m'a autorisé à dire qu'en disséquant le pyramidal avec soin il a souvent trouvé entre lui et le frontal, une ligne d'intersection aponévrotique visible à l'œil nu. Cette ligne de séparation est parfaitement indiquée dans la figure 100, entre le pyramidal et le frontal du côté droit. Quant à moi, je n'ai point fait de recherches anatomiques sur ce point particulier ; mais j'ai vu des préparations sur lesquelles il m'a été impossible de reconnaître cette intersection et sur lesquelles, au contraire, les fibres du pyramidal semblaient se continuer, sans interruption, dans celles du frontal. Aussi ne suis-je point surpris que M. le professeur Cruveilher ait contesté, dans la seconde édition de son *Traité d'anatomie descriptive*, l'existence d'une intersection entre le pyramidal et le frontal. Voici en quels termes mon savant maître s'exprime sur ce sujet : « Les expériences électro-physiologiques de M. Duchenne (de » Boulogne) m'ayant démontré que les pyramidaux étaient un antagoniste » direct du muscle frontal, force a été d'étudier sur de nouveaux sujets le » point de conjugaison du frontal avec les pyramidaux, et je suis resté con- » vaincu que la continuité des fibres superficielles du frontal avec les pyra- » midaux est bien réel, à moins *qu'une intersection entre ces deux muscles ne* » *soit le résultat de leur insertion commune à la peau de l'espace intersourci-* » *lier.* » A la page précédente on lit, en outre : « Un fait des plus impor- » tants et qui n'a jamais fait défaut dans les nombreuses expériences gal- » vaniques que M. Duchenne a bien voulu répéter devant moi jusqu'à » satiété, et que, par conséquent, je regarde comme parfaitement acquis à » la science, est le suivant : Quelque soit le point de la surface du frontal » sur lequel on applique l'excitation, il y a toujours élévation des sourcils » et des paupières, jamais abaissement ; jamais le front ne prend son point » d'insertion fixe en bas, il le prend toujours à l'aponévrose épicrânienne. » Les muscles pyramidaux ne participent jamais à la contraction du frontal. » D'un autre côté, jamais un courant électrique, quelque fort qu'on le sup- » pose, dirigé sur les muscles pyramidaux, ne détermine de contraction » dans le muscle frontal. M. Duchenne en conclut non-seulement à l'indé- » pendance, mais encore à l'antagonisme des pyramidaux et du frontal ; je » suis forcé de convenir que si l'on admettait pour principe que l'antago- » nisme d'action exclut absolument la continuité des fibres musculaires, la » physiologie galvanique aurait raison, et qu'elle serait appelée à redresser,

» sous ce point de vue, le scalpel de l'anatomiste qui admet la continuité » entre ces deux muscles. »

» Il résulte donc de ce qui précède qu'un des plus savants et des plus habiles défenseurs de la doctrine de la continuité fibrillaire (M. Cruveilhier) n'est pas convaincu par l'expérimentation électro-physiologique qui, est en contradiction avec le fait anatomique étudié seulement à l'œil nu.

» Cependant, puisque après avoir expérimenté sur des centaines de sujets, depuis une vingtaine d'années, j'ai toujours constaté l'existence d'un point neutre au-dessus duquel la peau du front se meut en sens inverse par l'excitation électro-musculaire, il est impossible que ce point neutre ne soit pas la limite du muscle pyramidal, et que dans ce point il n'existe pas une intersection entre lui et le frontal. Si l'anatomie morte ne peut pas le constater toujours, c'est que le scalpel détruit les terminaisons du pyramidal qui se font dans la peau. Telle a toujours été ma pensée, et cette prévision s'est trouvée justifiée par un fait électro-physiologique auquel mon cher maître se serait rendu si je le lui avais fait observer.

» J'ai vu en effet la faradisation du pyramidal produire dans l'espace intersourcilier et au niveau de la tête du sourcil, un sillon profond transversal, quelquefois interrompu sur la ligne médiane et quelquefois sans interruption. La peau est alors comme bridée au niveau de ce sillon, tandis qu'elle peut être soulevée au-dessus et au-dessous de lui. Cette expérience est la preuve vivante et irrécusable de la terminaison des fibres du pyramidal dans ce point de la peau. Chez quelques personnes, ce sillon est beaucoup moins prononcé ; il faut même une grande attention pour distinguer la dépression qui indique la limite du pyramidal (1).

» En résumé, il résulte de ces expériences que le pyramidal se termine dans la peau de l'espace intersourcilier, au niveau de la tête du sourcil.

» Y a-t-il donc lieu d'être surpris que l'anatomiste n'ait pas pu constater cette terminaison du pyramidal dans la peau de l'espace intersourcilier lorsque, pour mettre ce muscle à nu, il doit commencer par enlever cette peau? Si l'on étudie donc ce muscle par sa face postérieure et que l'on poursuive la fibre musculaire jusque dans sa terminaison cutanée ; on arrivera peut-être ainsi à mettre d'accord l'anatomie morte avec l'anatomie vivante (l'électro-physiologie).

» Sans aucun doute, l'attache inférieure du frontal se fait de la même manière dans l'espace intersourcilier. Si, en effet, les fibres de ce muscle se prolongeaient réellement dans celles du pyramidal, leur point fixe serait nécessairement en bas, lorsqu'on les excite dans cet espace intersourcilier. Or, c'est ce qui n'a jamais eu lieu dans l'expérimentation électro-musculaire.

(1) Ces faits sont représentés dans les figures 16 et 18 de l'album du *Mécanisme de la physionomie humaine*.

Le micrographe ne pourrait-il pas jeter quelque jour sur cette question et nous montrer ce que l'anatomiste ne saurait voir à l'œil nu? Peut-être découvrira-t-il qu'il existe toujours entre le pyramidal et le frontal un point d'intersection constitué par du tissu cellulaire fibreux, qui ne serait lui-même autre chose que le point de terminaison dans la peau des fibres musculaires. C'est ce qui paraît avoir été déjà démontré pour la terminaison supérieure du peaucier.

» Ces faits étant bien établis, voici la description de ce petit muscle : le pyramidal s'attache de chaque côté au cartilage de l'aile du nez et au dos du nez par une membrane aponévrotique subjacente au muscle transversal du nez, avec les fibres duquel elle s'entrecroise. De cette aponévrose naissent ses fibres charnues qui forment deux languettes, se prolongent parallèlement en haut, s'entrecroisent souvent sur la ligne médiane du nez, se rétrécissent enfin, puis s'élargissent et vont s'insérer à la peau, au niveau d'une ligne transversale qui partirait du bord supérieur de la tête du sourcil. Situé sous la peau, ce muscle recouvre l'os propre du nez et le cartilage latéral qui lui fait suite (1). »

## IV. — Le sourcilier (muscle de la douleur).

« Le sourcilier, O, fig. 100, constitué par une languette charnue et placé sous l'orbiculaire des paupières, recouvre le tiers interne de l'arcade sourcilière.

» S'il fallait prendre à la lettre les données fournies par l'anatomie, le sourcilier, de même que le pyramidal, n'existerait que de nom. Albinus décrit ce muscle comme l'une des racines de l'orbiculaire des paupières dans lequel ses fibres se continueraient. D'un autre côté, suivant M. Cruveilher, le plus grand nombre des faisceaux qui le constituent se continueraient également avec celles du muscle frontal. De ces faits anatomiques il semble rationnel de conclure avec M. Cruveilhier que l'indépendance du muscle sourcilier n'existe pas.

» Je vais démontrer cependant, qu'il en est, physiologiquement, du sourcilier, comme du pyramidal et de la moitié supérieure de la portion orbiculaire des paupières (orbiculaire extra-palpébral, supérieur), c'est-à-dire : 1° qu'il jouit de mouvements indépendants, nécessaires à l'accomplissement de la fonction spéciale dont il jouit ; 2° que la nature lui a donné un point fixe et un point mobile.

» En attendant que le scalpel ou plutôt l'étude microscopique du sourcilier nous ait aidé à comprendre parfaitement le mécanisme de son action, je

(1) Voyez la note 1 de la page 814.

vais exposer les expériences électro-physiologiques qui m'autorisent à conclure que ce muscle possède, comme les autres muscles, ses limites naturelles.

» Je n'ai point trouvé pour lui, comme chez le pyramidal du nez, un point neutre, un espace dans lequel le rhéophore ne provoque pas de contraction qui sépare le frontal du sourcilier ou de l'orbiculaire des paupières. Mais il existe toujours une ligne au-dessus de laquelle, par la faradisation, le sourcil exécute les mouvements propres du muscle frontal et au-dessous de laquelle il produit ceux qui appartiennent au muscle sourcilier ou à l'orbiculaire extra-palpébral supérieur. On pourrait dire avec quelque raison, d'après ces faits, qu'une limite sépare les uns des autres ces points très-rapprochés dont l'excitation produit des mouvements si contraires.

» Mais ces expériences ne m'ont pas paru concluantes, et j'ai cherché un autre moyen de démontrer les limites du sourcilier. Cette expérience me paraît digne d'être prise sérieusement en considération. La voici : lorsque l'on fait contracter un muscle par l'intermédiaire de son nerf, toutes les fibres musculaires qui le constituent, entrent simultanément en contraction. Si les intermittences du courant à l'aide duquel on excite la contraction de ce muscle, quoique assez rapides, ne sont pas trop rapprochées, on sent par le toucher une sorte de mouvements vibratoires du muscle, partout où s'étendent les fibres musculaires qui entrent dans sa composition. J'ai fait une heureuse application de ces notions à la solution du problème que je voulais résoudre ; 1° plaçant mes réophores sur les filets frontaux de la septième paire, II, fig. 101, j'ai fait contracter en masse le muscle frontal avec un courant dont les intermittences étaient disposées de manière à produire des frémissements vibratoires dans toutes ses fibres. Promenant alors mes doigts sur la surface de ce muscle, j'ai parfaitement senti ces frémissements vibratoires. Mais au niveau de la moitié supérieure de la portion orbiculaire extra-palpébrale, et du sourcilier, ces frémissements vibratoires n'existaient plus ; ils ne dépassaient pas la limite qui sépare la partie inférieure du muscle frontal des fibres les plus excentriques de l'orbiculaire extrapalpébral supérieur ; 2° j'ai ensuite posé mes rhéophores dans le lieu où le filet moteur du muscle sourcilier est sous-cutané, I, fig. 101, à l'instant les frémissements vibratoires, qui n'étaient plus perçus dans les fibres du frontal, se sont fait sentir seulement dans les points correspondants à la moitié interne de l'arcade sourcilière, c'est-à-dire dans le lieu occupé par le sourcilier. En même temps, ce muscle exécuta les mouvements qui lui sont propres.

» 3° Enfin je posai les rhéophores, au niveau du nerf moteur de l'orbiculaire extra-palpébral supérieur, I, fig. 101 ; alors, en même temps que le sourcil s'abaissait en masse (mouvement propre de ce muscle), les frémissements vibratoires se firent sentir dans toute l'étendue de la moitié

supérieure de l'arcade orbitaire. Ces frémissements étaient parfaitement limités aux fibres du muscle orbiculaire extra-palpébral, supérieur.

» Il me semble démontré par ces expériences qu'il existe réellement une ligne de démarcation entre les fibres de ces différents muscles, qui, en apparence, se continuent les unes dans les autres. Si ce point de séparation n'existait pas, si, comme on l'a prétendu, les fibres du frontal, du sourcilier et de la moitié supérieure de la portion orbiculaire se continuaient les unes dans les autres, la contraction musculaire se ferait sentir dans toute l'étendue de ces fibres musculaires qui sont très-courtes.

» En résumé, l'expérience électro-musculaire démontre qu'il existe un point de séparation entre le sourcilier (muscle de la souffrance), le frontal (muscle de l'attention) et l'orbiculaire extra-palpébral supérieur (muscle de la réflexion).

» Voici maintenant quelle doit être la description anatomique du sourcilier : Ce muscle naît, en dedans et en arrière, par deux ou trois faisceaux de la partie interne de l'arcade sourcilière. De là il se dirige en avant et en dehors, et traversant l'orbiculaire des paupières par un grand nombre de petits faisceaux, il se termine dans la peau de la moitié interne du sourcil. Quant à la continuation de quelques-unes de ses fibres dans celles du frontal et de l'orbiculaire des paupières, il vient d'être démontré, par l'exploration électro-musculaire, qu'elle ne doit pas exister.

» Placé sous le pyramidal, le palpébral et le frontal, ce muscle recouvre la branche frontale du nerf ophthalmique, les artères sus-orbitaires et la partie interne de l'arcade orbitaire. »

« Il est évident pour tout le monde que la physiologie doit commander l'anatomie, et que, sous prétexte de simplifier les études classiques, on aurait tort de continuer à embrouiller ainsi la science de la vie, et surtout l'étude de l'expression de la physionomie.

» Mes recherches expérimentales ont redressé aussi les erreurs physiologiques que l'on avait commises en attribuant à d'autres muscles de la face des mouvements auxquels ils étaient étrangers, et en méconnaissant ceux qui leur appartenaient. Il en était résulté qu'on s'était également trompé sur le rôle qu'ils jouent dans l'expression.

» C'est ainsi que l'on faisait concourir le petit zygomatique (voy. F, fig. 100) au mouvement de la joie, tandis que l'expé-

rimentation fait voir qu'il est le seul représentant du chagrin, du pleurer modéré.

» C'est ainsi que le peaucier (voy. Y, fig. 100), qui jusqu'ici a été oublié ou mal étudié, comme muscle expressif, concourt spécialement à peindre avec une vérité saisissante les émotions les plus violentes, la terreur, la colère, la torture, etc.

» J'en pourrais dire autant de quelques autres muscles presque méconnus, de ceux principalement qui meuvent le sourcil, et qui jouent le rôle le plus important dans l'expression de la physionomie en mouvement (1). »

C. — M. Duchenne (de Boulogne) a fait ressortir aussi l'utilité de ces recherches, au point de vue pratique.

« Lorsque je présentai, dit-il, à l'Académie de médecine mes recherches électro-physiologiques sur les muscles de la face, j'entrevoyai seulement que l'art pourrait un jour en tirer un grand parti. Mais depuis lors, la connaissance exacte des fonctions des muscles de la face, au point de vue de l'expression ou de la physionomie, m'a servi à établir le diagnostic des affections musculaires partielles de la face, et à mieux diriger leur traitement par la faradisation localisée.

» La paralysie musculaire de la face est-elle partielle, il est souvent difficile de reconnaître quels sont les muscles dont les mouvements sont lésés ou qui n'exercent plus leur action tonique sur la physionomie. (J'ai dit, en traitant de l'hémiplégie faciale, dans quel cas on observe ces paralysies partielles.) On a signalé, il est vrai, les troubles qui résultent de la paralysie de quelques muscles de la face (du grand zygomatique, des orbiculaires des paupières et des lèvres,

(1) *Loc. cit.*, de la page 37 à la page 41.

du buccinateur) ; mais à quels signes reconnaîtra-t-on la paralysie du triangulaire du nez (Q, fig. 100), du myrtiforme, du petit zygomatique, du carré des lèvres (X), de la houppe du menton (IV, des fibres excentriques ou concentriques de l'orbiculaire des lèvres (L), etc., etc., etc. Sans la connaissance exacte des faits qui ressortent de mes recherches, comment combattre les difformités qui résultent de ces paralysies partielles de la face, si l'on ignore quels sont les muscles dont la lésion a porté le trouble dans la physionomie habituelle.

» L'affaissement des traits fait souvent place à la contracture dans la paralysie de la septième paire, et cette contracture établit habituellement son siége dans un ou deux muscles, tandis que les autres restent paralysés ou reviennent à leur état normal. Cette contracture déforme les traits d'une manière très-disgracieuse, et devient incurable, si on ne la prévient pas. Aussi, dès qu'on en découvre les premiers symptômes dans un muscle, il faut à l'instant se garder d'y porter l'excitation faradique avec des courants rapides. C'est encore la connaissance exacte de l'action individuelle des muscles de la face sur la physionomie qui permet de diagnostiquer cette lésion musculaire à sa naissance (1).

Il y a encore, croyons-nous, des applications intéressantes à tirer de ces recherches, au point de vue de la psychologie, de l'esthétique. Nous n'y insisterons pas ici : ces applications ont été de la part de M. Duchenne (de Boulogne) l'objet d'un travail spécial, auquel nous renvoyons le lecteur (2).

(1) *Électrisation localisée*, 1855, p. 390.

(2) *Mécanisme de la physionomie humaine, ou Analyse électro-physiologique de l'expression des passions applicable à la pratique des arts plastiques*. Paris, 1862, 1 vol. in-8 de 70 pages avec un atlas de 264 pages, 84 photographies et 9 ta-

## RECHERCHES ÉLECTRO-PHYSIOLOGIQUES SUR LES MUSCLES EXTRINSÈQUES DE L'OREILLE.

Nous reproduisons une étude intéressante sur les muscles extrinsèques de l'oreille, publiée par M. Duchenne (de Boulogne) (1).

### I. — Muscle auriculaire postérieur.

« La contraction électrique de l'auriculaire postérieur tire le pavillon obliquement en arrière et en haut. Je n'ai jamais vu l'auricule se diriger directement en arrière, même quand l'excitateur était placé sur les fibres inférieures de son auriculaire postérieur. Dans son mouvement oblique en arrière et en haut, le pavillon entraîne dans le même sens la crête semilunaire qui obstrue l'orifice externe du conduit auditif et agrandit le diamètre transversal de cet orifice. »

### II. — Muscles auriculaires supérieur et antérieur.

« Le rhéophore placé sur les points qui correspondent aux fibres de l'auriculaire supérieur détermine quelquefois un mouvement d'élévation du pavillon.

» Le même excitateur placé au niveau des fibres de l'auriculaire antérieur produit un mouvement du pavillon souvent directement en haut, quelquefois en haut et en avant, mais jamais directement en avant.

» J'ai toujours pu constater l'existence de l'auriculaire antérieur au moyen de la faradisation localisée, tandis que sur dix sujets, je n'ai trouvé qu'une fois l'auriculaire supérieur.

» Pendant le mouvement d'élévation du pavillon, mouvement dû aux auriculaires, le diamètre vertical de l'orifice externe du conduit auditif s'agrandit très-notablement, et la courbure de la portion cartilagineuse de ce dernier tend à se redresser.

» Il ressort de ces expériences : 1° que les auriculaires postérieur, supé-

bleaux. Pour faciliter l'acquisition de cet ouvrage, l'auteur en en a publié une petite édition grand in-8 de 164 p. avec 9 planches comprenant 144 photographies. Paris, 1862. (Voyez les *Comptes rendus* de ce travail, qui ont été publiés par M. Verneuil dans la *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, 1863 ; M. Am. Latour dans l'*Union medicale*, 1863 ; par M. Sanson, dans la *Presse*, 22 fevrier 1863 ; par M. Bertillon dans le *Siècle* ; par M. Ceriso dans le *Journal des Débats*, 29 août 1863 ; par M. Chesneau dans le *Constitutionnel* de novembre 1866.

(1) *Électrisation localisée*, 1855, p. 387 et suivantes.

rieur et antérieur sont uniquement destinés à agrandir en tous sens l'orifice externe du conduit auditif; 2° que les mouvements imprimés par ces muscles au pavillon de l'oreille n'exercent aucune influence sur ses reliefs, et ne font pas varier l'angle qu'il forme avec la face latérale de la tête. »

## III. — Muscles du pavillon.

« Mes recherches électro-musculaires m'ont appris que dans certaines circonstances les muscles du pavillon doivent exercer quelque influence sur l'audition. C'est pourquoi je crois devoir exposer l'étude électro-physiologique que j'en ai faite après celle des muscles auriculaires, qui, je crois du moins l'avoir démontré, facilitent singulièrement l'arrivée des ondes sonores sur la membrane du tympan.

» Les anatomistes ont parfaitement décrit les muscles du tragus, de l'antitragus et de l'hélix, mais aucun d'eux n'a démontré leurs fonctions. Grâce à la faradisation localisée, il m'a été permis d'analyser les mouvements de chacun de ces petits muscles et d'apprécier la part d'influence qui leur appartient dans la production des phénomènes de l'audition.

» Les muscles du pavillon doivent être placés sous la dépendance de la septième paire, car dans la paralysie de ce dernier nerf ils ne se contractent pas sous l'influence de l'excitation électrique du côté paralysé. »

### A. — Muscles constricteur supérieur et inférieur de la conque de l'oreille (muscles du tragus et de l'antitragus).

« Un rhéophore appliqué sur la face externe du tragus produit le soulèvement de la peau qui recouvre sa face interne, et diminue d'un demi-millimètre à un millimètre le diamètre transversal du fond de la conque, du vestibule de l'orifice du conduit auditif. Sous l'influence d'un courant plus intense, on observe quelquefois la dépression du tragus.

» Un rhéophore placé sur la face externe de l'antitragus produit l'élévation de ce dernier et le soulèvement de la peau qui revêt sa face interne. Si le courant est un peu plus intense, la partie postérieure de l'anthélix est abaissée et portée en avant. En même temps la courbe de l'anthélix augmente, et la moitié supérieure du pavillon est abaissée en masse. Il résulte de l'ensemble de ces mouvements un rétrécissement de la circonférence de la conque, avec diminution du diamètre vertical de l'orifice externe du conduit auditif.

» Il me semble ressortir de ces expériences que les muscles du tragus et de l'antitragus n'ont pas d'autre destination que de protéger l'organe auditif contre les impressions trop vives produites par les sons intenses, graves ou aigus. En effet, du rapprochement de la paroi interne du tragus contre la crête semi-lunaire de l'orifice externe du conduit auditif résulte

l'obstruction de cet orifice qui ne permet pas à un aussi grand nombre de rayons sonores d'arriver directement à la membrane du tympan. D'un autre côté, par le rétrécissement de la circonférence de la conque, la surface destinée à réfléchir et à rassembler les ondes sonores dans le conduit auditif diminue, et offre moins de prise à l'action des sons trop intenses.

» En résumé, le sens de l'ouïe est doué, comme le sens de la vue, d'un appareil protecteur. De même que la contraction de l'iris ne laisse pénétrer dans l'œil que très-peu de rayons lumineux, de même aussi la contraction des muscles du tragus et de l'antitragus s'oppose à l'entrée dans le conduit auditif d'un trop grand nombre d'ondes sonores intenses. En raison de ces fonctions spéciales, j'appelle le muscle du tragus *constricteur supérieur de la conque*, et le muscle de l'antitragus *constricteur inférieur de la conque*.

» Les muscles constricteurs de la conque, qui n'obéissent pas à la volonté, se contractent sans doute sous l'influence de l'action réflexe. On pourrait peut-être constater leurs fonctions dans certaines circonstances, par exemple chez les canonniers et chez tous les individus exposés à de vives impressions sonores. »

B. — Muscles de l'hélix.

« Sous l'influence de la contraction électrique du grand muscle de l'hélix, on voit la portion ascendante de ce dernier s'effacer et s'appliquer contre la branche inférieure de bifurcation de l'anthélix, et la moitié supérieure du pavillon se porter un peu en haut et en avant.

» La contraction électrique du petit muscle de l'hélix concourt à ce petit mouvement d'élévation et déprime la partie de l'hélix qui se trouve située en arrière et au-dessus du tragus.

» Pendant l'élévation de la moitié supérieure du pavillon, la crête du cartilage semi-lunaire de l'orifice externe du conduit auditif s'efface légèrement.

» Il m'est souvent arrivé de ne pouvoir faire contracter ces muscles. On doit en conclure qu'ils n'existaient pas

» En résumé, favoriser, sur la surface de la conque, l'arrivée des ondes sonores, qui se dirigent d'avant en arrière par l'effacement du bord antérieur de l'hélix, agrandir l'orifice du conduit auditif par le soulèvement de la moitié supérieure du pavillon, tels me paraissent être les usages des muscles de l'hélix. »

FIN.

# TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES.

NOTA. — Les chiffres entre parenthèses renvoient aux numéros des alinéas.


PRÉFACE .................................................

**PREMIÈRE PARTIE. — Mouvements du membre thoracique...** 1

CHAPITRE PREMIER. — Action individuelle et usages des muscles qui meuvent l'omoplate sur le tronc......................... 2

ART. I^er^. Trapèze .......................................... 2

§ I. Électro-physiologie ...................................... 2

A. Expériences ............................................... 2

B. Remarques ................................................. 5

(1) La portion claviculaire est très-excitable, en vertu probablement de l'innervation qui lui vient du nerf spinal. (2) Elle paraît spécialement affectée à la respiration. (3 et 4) La moitié externe de la portion moyenne du trapèze est spécialement élévatrice de l'épaule et concourt à l'élévation du bras. (5) Les faisceaux qui s'attachent à la moitié interne de l'épine et au bord spinal de l'omoplate, produisent l'adduction de cet os. 5 à 6

§ II. Physiologie pathologique ................................ 7

A. Troubles dans l'attitude de l'épaule ...................... 7

Faits pathologiques montrant : (6) que la force tonique des faisceaux qui s'attachent à la moitié interne de l'épine de l'omoplate et à son bord spinal, maintient cet os à une distance normale de la ligne médiane — fig. 1 et 2 ; (7) que la force tonique des faisceaux qui se fixent à la moitié externe de l'épine de l'omoplate et à l'acromion, maintient l'élévation normale de l'épaule — fig. 3 ; (8 et 9) quel est le mécanisme de la déformation de l'épaule, produite par l'atrophie de ces portions du trapèze ; (10) que ni la portion claviculaire du trapèze ni le grand dentelé ne peuvent suppléer ces portions musculaires atrophiées ; (11) quel est le mécanisme de l'abaissement de l'épaule, consécutivement à l'atrophie de la portion moyenne du trapèze ; (12) que le diamètre transversal d'une épaule à l'autre s'agrandit, et que la poitrine se creuse en avant, lorsque les tiers moyen et inférieur du trapèze sont atrophiés — fig. 14 ; (13) que la force tonique de la portion claviculaire n'exerce pas une action appréciable sur l'attitude de l'épaule ........................................ 7 à 14

B. Troubles dans les mouvements de l'épaule ............. 14

Faits cliniques montrant : (14) que consécutivement à l'atrophie de la portion inférieure du trapèze, l'omoplate ne peut être rapprochée volontairement de la ligne médiane, sans être élevée et sans basculer sur son angle externe — fig. 5 ; (15) comment s'explique la faiblesse de l'élévation du bras, consécutivement à l'atrophie des faisceaux qui rapprochent l'omoplate de la ligne médiane ; (16 et 17) que l'atrophie des deux tiers inférieurs du trapèze occasionne de la fatigue, au niveau de l'omoplate et que certains mouvements du bras se font alors difficilement ; (18) quelle est l'action propre de la portion claviculaire du trapèze ; (19) que cette portion claviculaire est l'*ultimum moriens* du trapèze, en vertu de son innervation spéciale.......................... 14 à 17

ART. II. Rhomboïde ........................... 18

§ I. Électro-physiologie........................... 18

A. Expériences ........................... 18

B. Remarques........................... 19

(20) Le rhomboïde fait tourner puissamment l'omoplate sur son angle externe. (21) Il n'agit pas avec force sur cet os comme adducteur. (22, 23 et 24) Mécanisme de son action sur l'omoplate. (25) Il concourt à l'élévation volontaire de l'épaule seulement lorsqu'il est exécuté sans effort. (26) Le rhomboïde peut abaisser le bras au-dessous de la direction horizontale. ........................... 19 à 21

§ II. Physiologie pathologique ........................... 21

A. Troubles dans l'attitude de l'omoplate................. 21

Faits cliniques montrant : (27) pourquoi le rhomboïde concourt faiblement à maintenir, par sa force tonique, le bord spinal de l'omoplate rapproché de la ligne médiane ; (28 et 29) que sa force tonique concourt à maintenir le bord spinal de l'omoplate appliqué contre le thorax, et l'angle inférieur de l'omoplate rapproché de la ligne médiane ; (30) quel est, dans les cas précédents, le mécanisme des attitudes vicieuses de l'omoplate........................... 21 à 23

B. Troubles dans les mouvements de l'épaule.............. 23

Faits cliniques montrant : (31 et 32) que certains mouvements dans lesquels le bord spinal de l'omoplate doit être fixé contre le thorax, sont affaiblis par l'atrophie du rhomboïde. (33) Figures 6 et 7 montrant que la contracture de ce muscle place l'omoplate dans la même attitude que sa faradisation.... 23 à 26

ART. III. Angulaire de l'omoplate ........................... 26

§ I. Électro-physiologie ........................... 26

A. Expériences........................... 26

B. Remarques........................... 26

(34) L'expérimentation démontre que les auteurs se sont trompés en avançant que l'angulaire de l'omoplate est le releveur propre de l'épaule ; cause de cette erreur. (35) L'élévation de l'angle interne de l'omoplate par ce muscle résulte de sa rotation sur son angle externe qui reste fixe ; ce mouvement est suivi de l'élévation de cet os en masse......... 26 à 27

§ II. Physiologie pathologique........................... 27

Faits cliniques montrant : (36) le degré de puissance de l'angulaire de l'omoplate; (37) l'influence de sa force tonique sur l'attitude de l'épaule, au repos musculaire; (38) que l'angle interne de l'omoplate n'est pas abaissé consécutivement à son atrophie; (39) que les mouvements produits par sa contracture confirment les faits mis en lumière par sa faradisation........................... 27 à 29

ART. IV. Grand dentelé........................... 29

§ I. Électro-physiologie........................... 29

A. Expériences........................... 30

B. Remarques........................... 32

(40) La portion inférieure du grand dentelé fait tourner l'omoplate sur son angle interne qui reste fixe. (41) On a attribué à tort l'élévation de l'épaule, produite par l'action isolée de ses muscles moteurs, à un mouvement de bascule de l'omoplate sur un axe fictif passant par le centre de cet os. (42) M. Cruveilhier l'a comparée plus exactement à un mouvement de sonnette; mais le point de centre de ce mouvement est placé tantôt à l'angle externe de l'omoplate, tantôt à son angle interne. (43) Comment les muscles producteurs de ce mouvement élèvent en même temps l'omoplate. (44) Le grand dentelé attire en outre l'omoplate en avant et en dehors. (45) Ce muscle ne concourt pas, ainsi qu'on l'enseigne, à soulever de lourds fardeaux sur l'épaule. (46) Quelle en est la raison; quels muscles se contractent alors. (47 et 48) Le grand dentelé agit énergiquement, lorsque l'on pousse un corps lourd devant soi avec l'épaule. — Autres usages du grand dentelé. (49) Est-il inspirateur? Son action, comme inspirateur, exige la contraction synergique du rhomboïde. (50) Expérience montrant, pendant la contraction simultanée du grand dentelé et du rhomboïde, l'élévation des côtes. (51) Réfutation de l'opinion des auteurs qui ne font intervenir l'action du grand dentelé, comme inspirateur, que dans les cas extrêmes........................... 32 à 40

§ II. Physiologie pathologique........................... 40

A. Troubles dans l'attitude de l'épaule........................... 40

Faits cliniques montrant : (52 et 53) que malgré l'atrophie du grand dentelé, l'épaule conserve son attitude normale; (54) que le parallélisme du bord spinal de l'omoplate et de la colonne vertébrale n'est pas changé, après l'atrophie de ce muscle; (55) mais que si l'atrophie du trapèze vient s'y joindre, elle est considérablement altérée — fig. 9 et 10........ 40 à 45

B. Troubles dans les mouvements volontaires........................... 45

RÉSUMÉ GÉNÉRAL........................... 45 à 52

CHAP. II. — Action individuelle et usage des muscles qui meuvent le bras sur l'épaule........................... 53

ART. Ier. Deltoïde........................... 53

§ I. Électro-physiologie........................... 53

A. Expériences........................... 53

B. Remarques........................................ 54

(56) Le deltoïde produit l'élévation du bras, sans qu'elle soit commencée par d'autres muscles, ainsi qu'on l'enseigne. (57) Puissance de ce muscle. (58 et 59) Mouvements anormaux de l'omoplate par sa contraction isolée; la volonté ne peut les reproduire — fig. 11 et 12. (60) Il faut distinguer l'action propre d'un muscle de sa fonction. (61) Le grand dentelé s'associe au deltoïde, pour produire l'élévation physiologique du bras. Expérience qui le prouve. (62) Pourquoi le maximum d'élévation de l'humérus sur l'omoplate est limité à la direction horizontale. (63) Le grand dentelé imprime puissamment à l'omoplate le mouvement de rotation nécessaire à la seconde moitié de l'élévation verticale du bras. (64) Le tiers moyen du trapèze peut aussi produire, mais avec faiblesse, ce dernier mouvement. (65) Les faits précédents avaient besoin d'être démontrés. (66) Le tiers postérieur du deltoïde élève moins l'humérus que ses autres portions. (67) L'élévation du bras est plus complète, s'il est dans la rotation en dehors .................................. 54 à 60

§ II. Physiologie pathologique............. .................. 61

Faits cliniques montrant : (68) l'action propre des portions antérieure et postérieure du deltoïde, (69) l'élévation en dehors par l'action combinée de ces deux portions, son mécanisme, (70) les désordres fonctionnels occasionnés par l'atrophie ou de la portion antérieure du deltoïde ou de sa portion postérieure, (71) et conséquemment leur degré d'utilité comparative, (72) la confirmation des données établies par l'expérimentation sur l'action propre des différentes portions du deltoïde, (73) et la nécessité du concours du grand dentelé, pendant l'élévation du bras — fig. 13, (74) la cause des mouvements anormaux de l'omoplate par la contraction isolée du deltoïde, (75) leur mécanisme, (76) les combinaisons des différentes portions du deltoïde et du grand dentelé, qui neutralisent ces mouvements anormaux occasionnés par leur action isolée, (77 et 78) le degré d'utilité du concours du rhomboïde et du trapèze, dans l'élévation volontaire du bras — fig. 14 et 15; (79) que le grand dentelé est moins utile que le deltoïde.................................. 61 à 72

ART. II. Sus-épineux........................................ 73

§ I. Électro-physiologie.................................. 73

A. Expériences........................................ 73

B. Remarques........................................ 74

(80) Preuve expérimentale que le sus-épineux fait l'élévation du bras plus puissamment qu'on ne l'a dit. (81) A ce mouvement s'ajoute l'écartement, mais faible, du bras en dehors. (82) Ce muscle est donc l'auxiliaire du deltoïde dans l'élévation du bras. (83) Son concours lui est alors nécessaire pour maintenir la tête de l'humérus solidement appliquée contre la cavité glénoïde. (84) Le concours du grand dentelé lui est nécessaire, comme au deltoïde, pendant l'élévation du bras, parce qu'il produit aussi la dépression de l'épaule... 74 à 77

§ II. Physiologie pathologique.. .. .................. ..... 77

Faits cliniques montrant : (85) quelle est la puissance d'élé-

vation du bras par le sus-épineux et son mode d'action. (86) sa puissance d'action élévatrice, qui avait d'autant plus besoin d'être prouvée que Winslow l'a mise en doute; (87) que ce muscle importe à l'élévation de l'humérus, afin d'empêcher sa subluxation postérieure; (88) quelle est son utilité, comme ligament actif de l'articulation scapulo-humérale; (89) qu'il n'est pas destiné à déprimer la tête de l'humérus, pendant l'élévation du bras, ni à empêcher cette tête de s'élever au-dessus de la cavité glénoïde . . . . . . . . . . . 77 à 80

ART. III. Sous-épineux, petit rond et sous-scapulaire . . . . . . . . . . . . . 81

§ I. Électro-physiologie . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 81

A. Expériences . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 81

B. Remarques . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 82

(90) L'étendue du mouvement de rotation de l'humérus, de dedans en dehors, par le sous-épineux, est d'un quart de cercle. (91) Moyen de bien constater expérimentalement ce fait. (92) L'étendue de ce mouvement est la même, quelle que soit l'attitude du membre. (93) Il fallait que ce mouvement fût indépendant. (94) Tout ce qui précède est applicable au sous-scapulaire, mais en sens contraire . . . . . . . . . . . . 82 à 84

§ II. Physiologie pathologique . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 84

Faits cliniques montrant : (95) que l'on a eu tort de restreindre autant l'action exercée sur la supination et la pronation par les rotateurs de l'humérus; (96) quelle est la gêne éprouvée par les sujets qui sont privés de la rotation du bras, dans certains usages du membre supérieur . . . . . . . . . . . . . . . . 84 à 86

ART. IV. Grand dorsal . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 86

§ I. Électro-physiologie . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 86

A. Expériences . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 86

B. Remarques . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 88

(97) Confirmation, par l'expérimentation électro-physiologique, de l'opinion des auteurs sur l'action du grand dorsal; autres mouvements produits par les différentes parties de ce muscle, mis en lumière par elle. (98 et 99) Sa portion horizontale rapproche les omoplates de la ligne médiane, efface les épaules sans les élever, en même temps qu'elle maintient la rectitude du tronc; avantages de cette action. (100) Les deux autres tiers de ce muscle tirent l'épaule en bas . . . . . . . . . . . . . 88 à 89

§ II. Physiologie pathologique . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 90

(101) Faits cliniques montrant l'exactitude des faits mis en lumière par l'expérimentation . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 90

ART. V. Grand pectoral . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 91

§ I. Électro-physiologie . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 91

A. Expériences . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 91

B. Remarques . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 92

(102) Le grand pectoral est constitué physiologiquement par deux muscles distincts. (103) Sa portion supérieure élève ou abaisse le bras jusqu'à la direction horizontale, suivant la position de ce membre au moment de sa contraction.

(104) Mouvement horizontal d'arrière en avant, imprimé au bras placé en croix, par cette même portion musculaire. (105) Elle concourt aussi à élever de lourds fardeaux avec le moignon de l'épaule. (106) Abaissement du bras par sa portion inférieure . . . . . . . . . . 92 à 95

§ II. Physiologie pathologique . . . . . . . . . . 95

Faits cliniques montrant : (107) que la portion supérieure du grand pectoral ne porte pas l'humérus en avant, comme pour croiser les bras ; (108) que c'est la portion antérieure du deltoïde qui remplit cette fonction—fig. 16 et 17 ; (109) quelle est l'action différentielle de la portion supérieure du grand pectoral et du tiers antérieur du deltoïde ; (110) que la contraction successive des différents faisceaux du deltoïde peut aussi produire les mouvements horizontaux du bras ; (111) quel est le degré d'utilité des faisceaux inférieurs du grand pectoral, comme abaisseurs du bras ; (112 et 113) qu'isolément le grand pectoral a une action faible sur les mouvements inspirateurs des côtes ; (114) que consécutivement à l'atrophie des portions inférieures du grand pectoral et du grand dorsal l'épaule est élevée par la force tonique prédominante du tiers moyen du trapèze— fig. 18 et 19 . . . . 95 à 103

**Art. VI.** Grand rond . . . . . . . . . . 103

§ I. Électro-physiologie . . . . . . . . . . 103

A. Expériences . . . . . . . . . . 103

B. Remarques . . . . . . . . . . 103

(115) Le grand rond approche puissamment l'un de l'autre l'humérus et l'omoplate ; mais pour fixer le bras contre le tronc, le concours du rhomboïde lui est nécessaire. (116) Son action rotatrice sur l'humérus est très-limitée, si même elle n'est pas illusoire ; elle eût été nuisible à certains usages de ce membre. (117) Pas plus que la portion inférieure du grand dorsal, il ne peut remplir la fonction d'*ani scalptor* qui lui a été attribuée ; celle-ci est exécutée par l'action synergique du tiers postérieur du deltoïde et du sous-scapulaire. (118) Il produit l'élévation puissante de l'épaule ; mécanisme de cette action. (119) Le défaut de fixité des angles externe et inférieur de l'omoplate occasionne la faiblesse de l'abaissement du bras par le grand rond ; mécanisme des contractions musculaires qui immobilisent ces angles . . . . . . . . . . 103 à 107

§ II. Physiologie pathologique . . . . . . . . . . 107

Faits cliniques montrant : (120) que les sujets privés de leurs muscles grand pectoral et grand dorsal abaissent le bras à l'aide du grand rond et du rhomboïde, mais faiblement, bien que, d'après l'expérimentation électro-physiologique, ces muscles semblent devoir exécuter ce mouvement puissamment ; (121) que le grand rond n'est pas le muscle qui permet de porter la main derrière le dos . . . . . . . . . . 107 à 108

**Art. VII.** Grand anconé . . . . . . . . . . 109

§ I. Électro-physiologie . . . . . . . . . . 109

A. Expériences . . . . . . . . . . 109

B. Remarques ........................................ 110

(122) L'action du grand anconé sur l'omoplate et sur l'humérus, est analogue à celle du grand rond ; mais elle est plus faible. (123) Utilité de son concours, pendant l'abaissement du bras, afin de maintenir la tête de l'humérus appliquée contre la cavité glénoïde. (124) Le coraco-brachial agit d'une manière analogue sur l'omoplate et sur l'humérus...... 110 à 112

§ II. Physiologie pathologique........................ 112

Faits cliniques montrant : (125) que le grand anconé entre dans la synergie musculaire qui produit l'abaissement du bras, (126) mais qu'il est plutôt destiné à maintenir la tête de l'humérus solidement fixée contre la cavité glénoïde, pendant l'abaissement du bras ...................... 112 à 114

Résumé général........................................ 114

CHAP. III. — Action individuelle et usages des muscles qui meuvent l'avant-bras........................................ 121

Art. I^er^. Muscles qui étendent l'avant-bras sur le bras : triceps brachial (grand anconé et anconés latéraux), petit anconé. 121

§ I. Électro-physiologie.................................. 121

A. Expériences........................................ 121

B. Remarques ........................................ 121

(127) Le grand anconé ne produit pas puissamment l'extension de l'avant-bras. Avantages qui en résultent. (128) Les deux faisceaux latéraux du triceps brachial constituent un seul muscle extenseur de l'avant-bras. Dans les mouvements d'extension de l'avant-bras, les trois faisceaux du triceps brachial se contractent synergiquement. (129) Action propre du petit anconé.................................. 121 à 123

§ II. Physiologie pathologique ........................ 123

Faits cliniques montrant : (130) l'action propre de chacun des faisceaux du triceps brachial ; (131) quels sont les troubles fonctionnels occasionnés par l'abolition de l'extension de l'avant-bras — fig. 20 et 21 ; (132) que la perte des antagonistes de la flexion de l'avant-bras nuit à la précision de ce mouvement. Explication de ce phénomène........... 123 à 126

Art. II. Muscles qui fléchissent l'avant-bras sur le bras et qui produisent la supination ........................ 126

§ I. Électro-physiologie.................................. 126

A. Expériences ........................................ 126

B. Remarques........................................ 128

(133) Le long supinateur est fléchisseur de l'avant-bras. (134) Il est fléchisseur-pronateur, et le biceps brachial fléchisseur-supinateur. (135) Déductions, au point de vue de ces mouvements divers. (136) Dans les mouvements de pronation et de supination, le radius et le cubitus décrivent deux arcs de cercle égaux en sens contraire. (137) Question historique sur les mouvements de pronation et de supination.

(138) Expériences sur des membres supérieurs disséqués, qui démontrent la réalité des mouvements, en sens contraire, du cubitus et du radius, pendant la pronation et la supination. (139) Les auteurs ont eu tort de nier la possibilité des mouvements latéraux du cubitus. (140) Expérience qui montre que les mouvements du cubitus paraissent être passifs, pendant la pronation et la supination. (141) Utilité des arcs de cercle décrits en sens contraire par le radius et le cubitus autour d'un axe fictif de la main, passant par le médius. (142) Quels eussent été les inconvénients, pour les usages de la main, si dans la pronation ou la supination, le radius seul avait tourné sur le cubitus fixe. (143) La pronation et la supination, faites sans effort, sont exécutées par les pronateurs et les supinateurs indépendants ; les muscles auxiliaires de ces derniers ne concourent à ces mêmes mouvements que dans les efforts........................ 128 à 137

§ II. Physiologie pathologique........................ 137

Faits cliniques montrant : (144) que l'utilité des fléchisseurs de l'avant-bras est plus grande que celle de ses extenseurs ; (145) qu'il était utile que l'un des fléchisseurs de l'avant-bras (la longue portion du biceps brachial) s'attachât directement à l'omoplate ; (146) que le biceps ne peut produire la flexion, sans la supination ; (147) que ce muscle peut aussi produire la supination, pendant l'extension du bras, mais avec faiblesse ; (148) que la ligne courbe décrite par le cubitus, pendant la pronation et la supination, est produite activement et passivement ; (149) que les arcs de cercle décrits en sens contraire par l'extrémité inférieure du cubitus et du radius, pendant la pronation et la supination, sont solidaires........................ 137 à 140

RÉSUMÉ GÉNÉRAL........................ 140

CHAP. VI. — Action individuelle et usages des muscles qui meuvent la main, les doigts et le pouce........................ 144

Considérations générales........................ 144

ART. I^er^. Muscles qui étendent la main sur l'avant-bras et la meuvent latéralement........................ 149

§ I. Électro-physiologie........................ 149

A. Expériences........................ 149

B. Remarques........................ 150

(150) Les trois muscles extenseurs de la main agissent chacun d'une manière spéciale. (151) On enseignait cependant que les radiaux avaient la même action abductrice. (152) Avantages, pour l'usage de la main, de l'action propre de chacun de ces extenseurs. (153) Ils se contractent tous à la fois, lorsque l'extension de la main est faite avec effort.... 150 à 152

§ II. Physiologie pathologique........................ 152

Faits cliniques montrant : (154) que l'expérimentation électrique a déterminé l'action propre des extenseurs de la main ; (155) que chacun des extenseurs peut se contracter d'une manière prédominante ; (156) que le second radial est utile pour concourir aux mouvements de circumduction du poignet ;

(157) quelle est l'utilité de ces muscles, au point de vue de l'attitude de la main et de ses mouvements — fig. 22; (158) que le concours des extenseurs de la main est inséparable de la flexion volontaire des doigts, et que, sans eux, ce mouvement ne peut se faire avec force; (159) que la contraction synergique du cubital postérieur est liée à l'abduction volontaire du pouce .................. 150 à 156

ART. II. Muscles qui fléchissent la main sur l'avant-bras : grand palmaire, petit palmaire, cubital postérieur .............. 156

§ I. Électro-physiologie .............................. 156

A. Expériences .................................. 156

B. Remarques .................................... 157

(160) Ces muscles possèdent une action spéciale. (161) Le cubital antérieur et le grand palmaire n'exercent pas d'action latérale. (162) Les dispositions articulaires s'opposent d'ailleurs à ces mouvements latéraux, pendant la flexion de la main. (163) Le petit palmaire fléchit la main directement, sans la mettre en pronation. (164) L'expérience montre l'inflexion du cinquième métacarpien par le cubital antérieur ........................................... 157 à 159

§ II. Physiologie pathologique ........................... 159

Faits cliniques montrant : (165) l'utilité spéciale du cubital antérieur ; (166) que ce muscle n'est pas adducteur de la main ; (167) que les fléchisseurs de la main sont auxiliaires de la flexion de l'avant-bras sur le bras ; (168) que les fléchisseurs de la main sont appelés à se contracter synergiquement, pendant l'extension volontaire des doigts ; (169) quel est le mécanisme de cette contraction synergique des fléchisseurs de la main, pendant l'extension des doigts ; (170) quelle est son utilité ; (171) que la force tonique des fléchisseurs de la main concourt beaucoup moins à son attitude, pendant le repos musculaire, que ses extenseurs ............. 159 à 162

ART. III. Muscles qui meuvent les doigts de la main ............. 162

§ I. Électro-physiologie .............................. 163

A. Extenseur commun des doigts, extenseur propre de l'index et du petit doigt ..................................... 163

(172) Les muscles extenseurs des doigts ont une action faible sur les deux dernières phalanges, tandis qu'ils étendent puissamment les premières. — La figure 23 représente cette expérience. (173) L'extenseur commun des doigts écarte les doigts les uns des autres, pendant qu'il en étend les premières phalanges. (174 et 175) Mouvements latéraux de chacun des faisceaux de ce muscle et des extenseurs propres. 163 à 166

B. Fléchisseur sublime et fléchisseur profond des doigts...... 166

(176) Le fléchisseur sublime et le fléchisseur profond des doigts agissent, celui-ci sur les secondes phalanges et celui-là sur les troisièmes phalanges, tandis que leur action sur les premières phalanges est presque nulle. (177) Expériences démontrant combien les extenseurs des doigts agissent sur les premières phalanges plus puissamment que les fléchisseurs des doigts. (178) Lorsque les fléchisseurs des doigts se trouvent placés dans le raccourcissement, par le fait de la flexion

de la main, leur action sur les deux dernières phalanges est nulle ou presque nulle. (179) Il en résulte que la contraction des extenseurs de la main et des premières phalanges des doigts est nécessaire, pendant la flexion volontaire des doigts. (180) Dénomination de ces muscles tirée de leurs fonctions.......................................... 166 à 169

C. Muscles interosseux, lombricaux et de l'éminence thénar.... 169

(181) Les interosseux, outre les mouvements latéraux qu'ils exercent, étendent les deux dernières phalanges et fléchissent les premières. Même action des lombricaux, à l'exception des mouvements latéraux. (182) Ils doivent être considérés comme les extenseurs réels des deux dernières phalanges, ce que montre l'expérience représentée dans la figure 24. (183) L'abduction des doigts par les interosseux est plus étendue et plus puissante que l'adduction, tandis que l'extension des deux dernières phalanges, par les interosseux adducteurs, est moins forte que par les interosseux abducteurs. Les lombricaux rétablissent-ils l'équilibre entre les forces inégales des interosseux de chaque doigt? (184) La force tonique des interosseux modère celle des fléchisseurs et des extenseurs des doigts, qui tendent à leur donner la forme d'une griffe. (185) Avantages, pour les usages de la main, de l'indépendance mutuelle des mouvements de flexion des premières phalanges et d'extension des deux dernières, et *vice versâ*. (186) Analyse de ces mouvements, chez l'écrivain, le dessinateur, etc. 1° Mouvements qui dirigent le trait d'avant en arrière; 2° mouvements qui dirigent le trait d'arrière en avant.................................. 166 à 175

§ II. Physiologie pathologique......... ................. 175

A. L'observation clinique démontre, comme l'expérimentation électro-physiologique, que l'extension des deux dernières phalanges, produite par les muscles extenseurs commun et propres des doigts, est nulle physiologiquement, et que cette fonction est remplie par d'autres muscles............... 175

(187) Démonstration de la proposition précédente par une expérience représentée dans la figure 25, faite chez des sujets affectés de la paralysie des extenseurs commun et propres des doigts ....................................... 175 à 177

B. C'est grâce à l'intégrité des interosseux et des lombricaux que l'extension des dernières phalanges est conservée, malgré la paralysie des extenseurs commun et propres des doigts... 177

(188) La proposition précédente est démontrée par l'expérience électro-clinique, faite sur les interosseux de sujets atteints de paralysie des extenseurs commun et propres des doigts. (189) Comment les pathologistes ont été trompés par les apparences en croyant que les interosseux sont affectés dans la paralysie saturnine, parce que, dans ce cas, l'écartement des doigts est difficile.......................... 177 à 179

C. Le défaut d'action des extenseurs commun et propres des doigts rend difficile et incomplète la flexion des deux dernières phalanges; il occasionne un grand trouble fonctionnel dans l'usage de la main, chez les écrivains, les peintres, les dessinateurs. Ces faits cliniques démontrent la nécessité des mouvements en sens inverse de flexion ou d'extension des premières et des dernières phalanges, pour l'usage de la main. 179

(190) Faits cliniques à l'appui de ces assertions. (191) Troubles fonctionnels occasionnés, dans l'usage de la main, par la paralysie des extenseurs commun et propres des doigts. Mécanisme de ces troubles ........................ 179 à 181

D. Le défaut d'action du fléchisseur sublime n'abolit pas la flexion des premières phalanges, qui est faite alors avec force par les interosseux et par les lombricaux, tandis que, lorsque ceux-ci sont paralysés, la flexion des premières phalanges est nulle ........................................ 181

(192) Faits pathologiques démontrant la vérité de cette proposition ........................................ 181 à 183

E. Les troubles fonctionnels graves, occasionnés, dans les usages de la main, par l'abolition de l'action des fléchisseurs sublime et profond, montrent le degré d'utilité de ces muscles... 183

(193, 194) Les troubles fonctionnels consécutifs au défaut d'action du fléchisseur sublime ou du fléchisseur profond, sont démontrés par la section malheureuse des tendons fléchisseurs des doigts, pratiquée dans un cas de paralysie des interosseux ........................................ 183 à 185

F. L'observation clinique établit que si l'action des interosseux, comme extenseurs des deux dernières phalanges, n'était pas modérée par les fléchisseurs sublime et profond, les secondes phalanges pourraient se renverser sur les premières, en sens inverse de leur flexion naturelle ........................ 185

Faits cliniques montrant : (195) que, consécutivement à l'atrophie des fléchisseurs sublime et profond, les deux dernières phalanges se renversent sur les premières, ou (196) que la seconde phalange se renverse sur la première, si le fléchisseur sublime est atrophié — fig. 26 .............. 185 à 186

G. Le défaut d'action des interosseux et des lombricaux est suivi de la perte presque complète des mouvements d'extension des deux dernières phalanges et de flexion des premières ; ce qui démontre, de même que l'expérimentation électro-physiologique, que ces muscles sont les seuls fléchisseurs des premières phalanges et les seuls extenseurs des deux dernières ........................................ 186

Faits cliniques montrant : (197) que la proposition précédente est exacte, comme on le voit dans les figures 27, 29 et 30 ; (198) que les individus dont les interosseux sont atrophiés, ne peuvent serrer fortement les objets qu'ils tiennent dans la main, et qu'ils placent leur main dans la plus grande extension possible, afin d'augmenter alors, par leur élongation, la force des fléchisseurs des doigts ; (199) conclusion. 186 à 190

H. Le défaut d'action des interosseux et des lombricaux occasionne des désordres et des changements considérables dans l'attitude des phalanges digitales, pendant le repos musculaire ; ce qui démontre l'utilité de ces muscles ; c'est-à-dire qu'ils sont les modérateurs toniques des extenseurs commun et propres, pour les premières phalanges, et des fléchisseurs sublime et profond pour les deux dernières ............ 190

Faits cliniques montrant : (200) qu'à l'instant où l'équilibre des forces toniques qui fléchissent ou étendent les phalanges digitales, est rompu, consécutivement à l'atrophie des interosseux, les doigts, au repos musculaires, prennent l'attitude

de la griffe; (201) que la griffe de la main existe à un léger degré, chez le sujet dont la main est représentée dans la figure 27, (202 et 203) et au plus haut degré, chez celui dont la main est représentée dans les figures 29 et 30; (204) que cette dernière déformation eût été certainement inexplicable avant les données fournies par les expériences électro-physiologiques, faites sur les interosseux; (205) que ces notions intéressent la pratique chirurgicale, (206) comme le prouve un cas de ténotomie, pratiquée dans la paume de la main, qui a soulevé une discussion en 1842 à l'Académie de médecine; (207) que cette griffe de la main peut guérir, par la faradisation des interosseux; ce qui est une démonstration des faits physiologiques en question. — La figure 31 représente ce résultat; (208) que dans la paralysie consécutive à la lésion du nerf cubital, les mouvements de l'index et du médius sont les premiers qui reparaissent par la faradisation; remarques anatomiques et physiologiques, à l'occasion de ce fait; (209) résumé.... .......................... 190 à 200

I. Malgré le défaut d'action des interosseux de l'index, la première phalange de ce doigt peut encore exécuter des mouvements latéraux, en même temps qu'elle s'étend. Ces mouvements d'extension et de latéralité de l'index ont une certaine utilité..................... ......... .... 200

Faits cliniques montrant: (210) que, malgré la perte des interosseux de l'index, la première phalange de celui-ci peut encore se mouvoir latéralement, sous l'influence d'un faisceau de l'extenseur commun des doigts, et de l'extenseur propre de l'index; (211) quelle est l'utilité de ces mouvements latéraux de l'index...................... 200 à 201

J. Malgré le défaut d'action des interosseux, le médius et l'annulaire peuvent encore s'écarter un peu, pendant l'extension de leur première phalange, par l'extenseur commun, et le petit doigt peut encore être porté assez fortement dans l'adduction. Mais ces doigts, et surtout les deux derniers, ne peuvent être alors rapprochés l'un de l'autre.................. 201

(212) Démonstration de ces propositions par des faits cliniques.................................. 201 à 202

K. L'observation clinique démontre qu'il faut moins de force aux interosseux pour étendre les deux dernières phalanges, que pour écarter les doigts les uns des autres, pendant qu'ils sont étendus sur leurs métacarpiens..................... 202

Faits cliniques montrant: (213) l'exactitude de cette assertion, — ce qui est représenté dans les figures 32 et 33; (214) explication du mécanisme de ces mouvements......... 202 à 206

ART. IV. Muscles qui meuvent le pouce........................ 206

§ 1. Électro-physiologie.................................. 207

A. Muscles moteurs postérieurs du pouce................. 207

I. Expériences. — 1° Long extenseur du pouce; 2° court extenseur du pouce; 3° long abducteur du pouce............ 207

II. Remarques........................................... 208

(215) Les expériences précédentes ont mis en lumière des mouvements nouveaux et importants. (216) Action réelle de ces

muscles. (217) Mécanisme de l'action en sens contraire du court extenseur du pouce sur la première et sur la seconde phalanges. (218) Action spéciale de chacun de ces muscles sur la main. (219) L'expérimentation ne montre pas que le long abducteur du pouce produise la supination. (220) Utilité de la contraction synergique du cubital postérieur, pendant l'action volontaire des abducteurs du pouce.......... 208 à 210

B. Muscles moteurs antérieurs du pouce.................... 210

I. Expériences. — 1° Faisceaux qui se rendent au côté externe de la première phalange du pouce (court abducteur du pouce et faisceau externe du court fléchisseur du pouce) — fig. 34, 35, 36 et 37; 2° faisceaux qui se rendent au côté interne de la première phalange du pouce (adducteur du pouce et faisceau interne du court fléchisseur du pouce); 3° opposant du pouce ; 4° long fléchisseur du pouce ................ 210

II. Remarques.................................... 214

(221) Analogie entre l'action des faisceaux qui se rendent aux côtés externe et interne de la première phalange du pouce. (222) Manière de constater les mouvements latéraux de la première phalange du pouce — fig. 38. (223) Mouvements de rotation du pouce sur son axe longitudinal. (224) Flexion directe de la première phalange du pouce, par la faradisation des faisceaux qui s'attachent de chaque côté du pouce. (225) Utilité ou degré d'importance de chacun des mouvements précédents. (226) Le court abducteur n'oppose le pouce qu'aux deux premiers doigts, et le faisceau externe du court fléchisseur aux quatre doigts. (227) L'action latérale des faisceaux qui se rendent à l'os sésamoïde interne, sert à ramener le pouce vers chacun des doigts, après les mouvements précédents. (228) La deuxième phalange du pouce possède trois muscles extenseurs qui ne peuvent se suppléer mutuellement. (229) Utilité de ces trois extenseurs de la deuxième phalange du pouce. (230) Quelques remarques sur le mécanisme d'un des principaux mouvements du pouce et du premier métacarpien (231). Les muscles de l'éminence hypothénar agissent sur les phalanges du petit doigt, à la manière des muscles interosseux, du court abducteur et du court fléchisseur du pouce....................... 214 à 221

§ II. Physiologie pathologique.............................. 221

A. Consécutivement au défaut d'action des muscles long abducteur et court extenseur du pouce, le premier métacarpien, entraîné dans l'abduction, se rapproche du second. Alors cette attitude vicieuse du premier métacarpien nuit considérablement aux usages de la main. De ce fait clinique ressort l'utilité de ces muscles.............................. 222

Faits cliniques montrant : (232) quelle est l'attitude vicieuse du pouce, et quels sont les troubles fonctionnels, consécutivement au défaut d'action des muscles long abducteur et court extenseur du pouce ; (233) que ces deux muscles peuvent se suppléer jusqu'à un certain point, et que cependant le court extenseur du pouce est plus utile que le long extenseur du pouce — fig. 39...................... 222 à 224

B. Le défaut d'action du long extenseur du pouce occasionne de la maladresse, dans certains usages de la main, sans en em-

pêcher les principaux usages, parce que les muscles qui lui empruntent son tendon, pendant l'adduction du pouce, n'en fonctionnent pas moins bien.......................... 224

(234) Quels sont les troubles fonctionnels, occasionnés dans les mouvements du pouce, lorsque son long extenseur est paralysé, et (235) quels sont alors les autres désordres, dans différents usages de la main?.................... 224 à 225

C. L'observation clinique, confirmant l'expérimentation électro-physiologique, établit qu'aucun des muscles long abducteur, long extenseur et court extenseur du pouce, n'exerce une action appréciable sur la supination..... ............ 226

Faits cliniques montrant : (236) que Winslow, et après lui les auteurs, ont eu tort d'attribuer à ces muscles une action sur la supination; (237) comment l'opinion des auteurs a été déduite d'expériences trompeuses, faites sur le cadavre; (238) que l'indépendance des mouvements de ces muscles et de la supination était nécessaire à l'exercice de leurs fonctions................ ................ 227 à 228

D. Consécutivement au défaut des muscles de l'éminence thénar, le premier métacarpien cédant à la prédominance tonique du long extenseur du pouce, prend l'attitude de l'extension. —Cette prédominance tonique du long extenseur du pouce se manifeste encore, dans ce cas, alors même que ce muscle se contracte concurremment avec les abducteurs du premier métacarpien. En conséquence, les fléchisseurs du premier métacarpien (les muscles de l'éminence thénar) sont les modérateurs nécessaires du long extenseur du pouce, pendant l'extension de sa dernière phalange par ce muscle.... 228

Faits cliniques montrant : (239) que l'attitude pathologique du pouce, consécutivement à l'atrophie des muscles de l'éminence thénar, est le résultat de la prédominance tonique du long extenseur du pouce — fig. 40, 41 et 42; (240) quelle est l'action spéciale du long extenseur du pouce sur le premier métacarpien, et que l'extension volontaire de la seconde phalange ne peut se faire physiologiquement, sans l'action synergique de plusieurs muscles de l'éminence thénar; (241) que pendant l'action synergique du long extenseur du pouce et de ses abducteurs, c'est toujours le premier qui prédomine; (242) qu'à un certain degré d'atrophie des muscles de l'éminence thénar, le pouce prend une attitude qui rappelle celle de la main du singe; ce qui est représenté dans les figures 43 et 44; (243 et 244) caractères distinctifs de la main de l'homme et de celle du singe. 228 à 236

E. Malgré le défaut d'action du court abducteur et de l'opposant du pouce, la portion externe du court fléchisseur du pouce jouit encore de la faculté d'opposer le pouce à chacun des doigts. Mais le premier métacarpien n'étant pas alors suffisamment incliné en avant, l'extrémité du pouce et celle des doigts ne peuvent être mises en rapport entre elles, sans que ceux-ci fléchissent leurs deux dernières phalanges, en même temps que les premières phalanges s'étendent. Cette attitude trouble et annule certains usages principaux de la main.... 236

Faits cliniques montrant : (245 et 246) le degré d'opposition propre à chacun des faisceaux qui se rendent au côté externe de la première phalange du pouce; (247) que le faisceau

externe du court fléchisseur du pouce oppose à chacun des doigts le pouce dont il étend en même temps la deuxième phalange, mais qu'il n'a pas le pouvoir de l'incliner assez en avant pour mettre son extrémité en rapport avec celle de l'index et du médius étendus ; ce qui est représenté dans les figures 45, 46 et 47 ; (248) que le court abducteur du pouce possède seul ce pouvoir et que c'est sa principale fonction ; (249) que l'action combinée de l'opposant du pouce et du faisceau externe du court fléchisseur du pouce ne saurait suppléer le mouvement d'opposition produit par le court abducteur du pouce ; (249) combien le concours de l'opposant est utile au court abducteur du pouce, pour exécuter convenablemont l'opposition du pouce ; ce qui est bien établi par une expérience de prothèse physiologique, représentée dans les figures 48 et 49 ........................ 236 à 246

F. Le défaut d'action du court fléchisseur du pouce prive le sujet du pouvoir d'opposer le pouce aux deux derniers doigts. Dans ce cas, l'intégrité du court abducteur du pouce permet encore d'opposer avec force la pulpe du pouce à la pulpe des premiers doigts infléchis sur les deux premiers métacarpiens, et dont les deux premières phalanges sont étendues ; les principaux usages de la main, la faculté d'écrire, de dessiner, de coudre, de tenir le burin sont conservés............. 246

Faits cliniques montrant : (250 et 251) que la portion externe du court fléchisseur du pouce n'a pas le degré d'utilité du court abducteur du pouce........................ 246 à 248

G. L'observation clinique fait connaître quel est comparativement le degré d'utilité du long fléchisseur du pouce et de l'adducteur du pouce........................................ 248

Faits cliniques montrant : (252) que le long fléchisseur du pouce n'exerce aucune action sur le premier métacarpien ; (253) qu'il est utile, même lorsqu'il est privé du concours des muscles de l'éminence thénar ; — la figure 50 représente ce qu'il peut faire alors ; (254) qu'il est destiné, chez l'homme, aux usages manuels les plus délicats et à la hauteur de son intelligence, à tenir la plume, le pinceau, etc. ; (255) mais que sa faiblesse n'occasionne aucun trouble dans les autres usages du pouce ; (256) considérations critiques sur l'opinion émise par Gratiolet, à l'occasion de la disposition anatomique du long fléchisseur du pouce, chez le singe ; (257) quel est le degré d'utilité de l'adducteur du pouce, alors même qu'il est privé du concours des autres muscles de l'éminence thénar — fig. 51, 52, 53 et 54.......................... 248 à 261

RÉSUMÉ GÉNÉRAL... .. .......... ................ 226 à 328

ART. V. Considérations anatomiques et historiques sur les muscles moteurs des doigts et du pouce de la main humaine...... 261

§ I. Extenseurs commun et propres, fléchisseurs sublime et profond des doigts.......................................... 262

(258) Les anatomistes ont professé que les extenseurs commun et propres, et que les fléchisseurs superficiel et profond des doigts agissent également sur les trois phalanges. (259) J'ai démontré combien il serait fâcheux qu'il en fût ainsi. (260 et 261) Les expériences électro-physiologiques qui m'ont permis d'apprécier la puissance relative des extenseurs commun et

propres des doigts, ont été confirmées par des expériences cadavériques. De plus, celles-ci ont prouvé l'exactitude de l'explication que j'avais donnée du mécanisme des mouvements des phalanges. (262) Expérience cadavérique montrant que la flexion de la seconde et de la troisième phalanges, pendant la contraction des extenseurs des doigts, est due à la résistance que les fléchisseurs superficiel et profond opposent à leur élongation. (263) Expériences mécaniques, faites sur des mains de squelettes, représentées dans la figure 55, et qui m'ont fait entrevoir que les extenseurs des doigts devaient, en vertu d'une disposition anatomique particulière, exercer leur action principalement sur les premières phalanges. (264) Winslow, dans son *Traité des muscles*, et M. Cruveilhier, dans l'édition de 1843 de son *Traité d'anatomie*, ont signalé l'existence d'expansions fibreuses qui unissent les tendons de l'extenseur commun des doigts à l'articulation métacarpo-phalangienne et aux premières phalanges, expansions en vertu desquelles ils étendent puissamment les premières phalanges. (265) Recherches anatomiques et expériences cadavériques, faites par moi, qui montrent, dans la figure 56, l'existence d'expansions fibreuses unissant réellement les tendons des extenseurs des doigts aux articulations métacarpo-phalangiennes et aux premières phalanges, et qui neutralisent l'action des extenseurs des doigts sur les secondes phalanges, en vertu desquelles enfin ces muscles étendent puissamment les premières phalanges. (266) Hypothèse vraisemblable, tirée de l'observation clinique, sur l'action synergique des modérateurs, dans tout mouvement volontaire. (268) Résumé de quelques considérations précédentes (269). Confirmation, par l'expérimentation cadavérique, que les fléchisseurs des doigts ont très-peu d'action sur les premières phalanges. (270) L'écartement des doigts par leurs extenseurs commun et propres, non mentionné par Winslow, a été signalé par Galien qui leur faisait jouer le principal rôle dans ces mouvements. (271) Mécanisme de l'écartement des doigts, d'après Galien. (272) Critique de cette théorie mécanique. (273) L'honneur d'avoir réhabilité l'action latérale des extenseurs propres de l'index et du petit doigt revient à l'expérimentation électro-physiologique. . . . . . . . . . . . 262 à 280

§ II Interosseux et lombricaux. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 281

(274) Leur anatomie et leur physiologie ont été l'objet de bien des recherches. (275) Colombus, le premier, a signalé, en 1550, la seule disposition anatomique des lombricaux, qui puisse expliquer leur action sur les phalanges. (276) C'est Fallope qui, le premier, a entrevu leur action d'extension sur les deux dernières phalanges. (277) La découverte anatomique des interosseux appartient à Galien ; il a signalé leur action de flexion sur les premières phalanges, mais il a méconnu leur action latérale. (278) Fallope, au XVI^e siècle, a signalé l'extension exercée par les interosseux sur les deux dernières phalanges ; mais il a contesté qu'ils étaient fléchisseurs des premières phalanges. (279) En 1732, Winslow a signalé la double attache phalangienne des interosseux ; ce fait a été accepté par Sœmmerring, Sabatier et Boyer. (280) Conclusion. (281) Critique de l'opinion de Winslow sur les fonctions de ces muscles. (282) Bichat et les anatomistes modernes ont méconnu ou abandonné les faits anatomiques enseignés

par leurs prédécesseurs sur les interosseux. (283) Tel était l'état de la science au moment où j'ai commencé mes recherches électro-physiologiques sur la main. (284) J'ai signalé alors les faits physiologiques qui ressortaient de mes expériences, me réservant de les faire suivre de recherches anatomiques. (285) J'ai été devancé par M. Cruveilhier, que j'avais rendu témoin de mes expériences électro-physiologiques. (286) Faits anatomiques constatés par lui et représentés dans la figure 57. (287) Faits anatomiques observés par M. Bouvier et représentés dans la figure 58. (288) L'attache terminale des interosseux présente des variétés. Quelle est la disposition anatomique ordinaire? (289) Avantages physiologiques du faisceau phalangien interosseux. (290) Le faisceau phalangien fléchit moins puissamment la première phalange que le faisceau phalangettien, qui est moins adducteur ou abducteur que lui. (291) Mécanisme ingénieux des mouvements de flexion de la première phalange et des mouvements d'extension des deux dernières, par les interosseux et les lombricaux. (292, 293 et 294) Les expériences que j'ai faites sur des mains de squelettes, dans le but d'obtenir les mêmes mouvements des phalanges par d'autres moyens mécaniques, ont démontré que les interosseux et les lombricaux doivent être limités par des brides pour leur action sur les deux dernières phalanges, sous peine d'en produire le renversement, pendant leur extension. . . . . . . . . . . . . . 281 à 298

§ III. Muscles moteurs du pouce. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 299

(295) Vers la fin du XVIII^e^ siècle, ont été découvertes, par Sabatier, les connexions qui existent entre les muscles de l'éminence thénar et le tendon du long extenseur du pouce, et qui permettent d'expliquer le mécanisme de l'extension de la dernière phalange, sous l'influence de ces muscles. (296) Mais aucun d'eux n'a reconnu leur utilité. (297) Aussi ces dispositions anatomiques n'ont-elles pas été signalées par Bichat et par les autres anatomistes modernes. (298) Constatation, dans mes dissections, de l'existence d'expansions aponévrotiques, représentées dans les figures 59 et 60, qui mettent en communication, avec le tendon du long extenseur du pouce, les muscles qui se rendent aux os sésamoïdes interne et externe. (299) Expériences cadavériques faites sur les muscles de l'éminence thénar, produisant les mêmes résultats que mes expériences électro-physiologiques. (300) Ressemblance apparente et caractères anatomiques différentiels du tendon du long extenseur du pouce et des tendons de l'extenseur commun des doigts. (301) Utilité de ces dispositions anatomiques différentes. (302) Opinion erronée des anatomistes sur l'action du court extenseur du pouce, action qui aurait rendu impossible l'une des fonctions les plus importantes de ce muscle. (303) Les anatomistes se sont trompés en faisant, du long abducteur, un abducteur, car il commence l'opposition. (304) Ils ont attribué à tort au long fléchisseur du pouce une action puissante sur le premier métacarpien, comme opposant, et sur la première phalange, comme fléchisseur. (305) En somme, ils n'ont pas même entrevu les fonctions réelles du court extenseur et du long fléchisseur du pouce . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 299 à 307

RÉSUMÉ GÉNÉRAL. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 307 à 326

**DEUXIÈME PARTIE. — Mouvements du membre abdominal.** . 327

CHAPITRE PREMIER. — Action individuelle et usages des muscles qui meuvent la cuisse sur le bassin...... .............. 327

ART. I^er^. Muscles qui produisent à la fois l'extension, l'abduction et la rotation de la cuisse (grand, moyen et petit fessiers .... 327

§ I. Électro-physiologie ........................ ..... 328

A. Expériences.............................. ...... 328

B. Remarques.......... ......................... 330

(307 et 308) Dans l'attitude verticale du membre inférieur, la contraction du grand fessier produit seulement l'extension de la cuisse sur le bassin, quelle qu'en soit la portion excitée, sans aucun mélange d'abduction. (309) Dans la position assise et les pieds reposant sur le sol, l'excitation du grand fessier provoque l'abduction de la cuisse. (310) Ce muscle produit la rotation de la cuisse en dehors, en même temps que son extension, mais avec peu de force. (311) Le grand fessier reste étranger à l'acte de la défécation et de l'accouchement. (311) Déduction tirée des faits précédents. (313) L'action de la portion postérieure du moyen fessier se divise en deux temps : rotation puissante de la cuisse en dedans, mouvement oblique en avant et en dehors. Avantages de l'indépendance du premier mouvement. (314) Théorie du mécanisme du mouvement de rotation du membre inférieur, étendu et tombant verticalement, autour de son axe fictif, sous l'influence de la contraction du tiers antérieur du moyen fessier. Cet axe fictif est représenté dans les figures 61 et 62. Le tiers postérieur de ce muscle est rotateur de la cuisse en dehors, mais moins puissant que le tiers antérieur, rotateur en dedans. (315) Les différents faisceaux du moyen fessier produisent l'abduction, avec d'autant plus de force qu'ils se rapprochent davantage de la ligne médiane; ils font exécuter à la cuisse des mouvements de circumduction d'avant en arrière ou d'arrière en avant. (316) Comparaison du mouvement de circumduction imprimé à la cuisse par le moyen fessier avec celui qui est imprimé au bras par le deltoïde.............................. 328 à 336

§ II. Physiologie pathologique ........................ 337

Faits cliniques montrant : (317) quel est le degré d'utilité du grand fessier; (318) son rôle dans la station et la marche; (319) qu'il intervient énergiquement, dans les circonstances où il faut déployer de grands efforts, comme dans le saut ou la marche ou pour monter un escalier, etc., alors que les épaules sont chargées d'un lourd fardeau ; (320) que l'observation clinique confirme l'action propre du moyen fessier, mise en lumière par l'électro-physiologie; (321) que ce muscle est principalement destiné à empêcher le bassin de s'incliner du côté opposé au membre inférieur sur lequel repose le corps, pendant la marche ou la station debout ; (322 et 323) qu'il existe d'autres désordres consécutifs à l'atrophie du moyen fessier, montrant son utilité............ 337 à 341

ART. II. Muscles rotateurs de la cuisse en dehors (pyramidal, jumeaux, obturateurs interne et externe, carré fémoral).. ........ 341

§ I. Électro-physiologie ........................................ 341

A. Expériences ........................................ 341

B. Remarques ........................................ 342

(324) Le pyramidal agit à la manière des fibres les plus postérieures du moyen et du petit fessier. — Il concourt au mouvement de circumduction de la cuisse. (325) L'expérimentation électrique a confirmé ce que l'on avait dit de l'action propre des autres muscles rotateurs de la cuisse.. 342 à 344

§ II. Physiologie pathologique ........................................ 344

Faits cliniques montrant : (327, 328, 329), les troubles occasionnés dans l'attitude et les mouvements du membre inférieur par l'atrophie des rotateurs de la cuisse en dedans ou en dehors ........................................ 344 à 346

Art. III. Muscles qui fléchissent la cuisse sur le bassin (iliaques-psoas, tenseur du fascia lata) ........................................ 346

§ I. Électro-physiologie ........................................ 347

A. Expériences ........................................ 347

B. Remarques ........................................ 348

(330) Pour bien faire ces expériences, il est bon d'agir sur des paralytiques complétement amsthésiques. (331, 332) Confirmation de l'opinion des auteurs modernes sur l'action propre du muscle iliaque-psoas. — Démonstration de son action rotatrice, dont Winslow semblait douter. (333) Cette action rotatrice est faible. (334) Le tenseur du fascia-lata est congénère de l'iliaque-psoas, pour la flexion, et son antagoniste, pour la rotation de la cuisse ; en conséquence, il produit la flexion directe de ce membre, en se combinant avec ce dernier muscle. (335) Ce muscle ne produit ni l'extension de la jambe, ni son abduction. — Il est destiné à concourir à la flexion de la cuisse. (336) Il est très-peu abducteur. (337) Il fléchit la cuisse sur le bassin obliquement en avant et un peu en dehors ........................................ 348 à 352

§ II. Physiologie pathologique ........................................ 352

Faits cliniques démontrant : (338) que le muscle du fascia-lata est principalement destiné à se contracter synergiquement avec l'iliaque-psoas, afin de neutraliser l'action rotatrice de celui-ci en dehors, et de produire la flexion directe de la cuisse, pendant le second temps de la marche ; (339) que le muscle du fascia lata est un puissant fléchisseur de la cuisse ; (340) qu'il n'en produit pas l'extension ; (341) que les fléchisseurs de la cuisse sur le bassin sont absolument nécessaires à la progression, (342) bien qu'une faible force de flexion de la cuisse suffise à l'oscillation du membre inférieur, d'arrière en avant, pendant la marche ; (343) que, pendant la marche, le membre inférieur n'oscille pas seulement à la manière d'un pendule, ainsi que l'ont prétendu les frères Weber, mais qu'alors l'action musculaire est nécessaire ........................................ 352 à 358

Art. IV. Muscles qui produisent l'adduction de la cuisse (premier, second, troisième abducteur) ........................................ 358

§ I. Électro-physiologie .......................... 358

A. Expériences .......................... 35

B. Remarques .......................... 359

(344) Il était nécessaire de déterminer, par l'expérimentation électro-musculaire, dans quelles proportions ces muscles sont fléchisseurs et abducteurs. (345) Le pectiné produit assez la flexion pour placer une cuisse sur l'autre. (346) Le premier adducteur est plus adducteur que fléchisseur; le deuxième adducteur agit comme le précédent; le troisième fait directement l'adduction. (347) Tous les adducteurs sont rotateurs de la cuisse en dehors, mais heureusement le troisième adducteur est rotateur en dedans, dans sa portion inférieure; utilité de cette dernière action dans l'équitation ...... 359 à 361

§ II. Physiologie pathologique .......................... 361

Faits pathologiques montrant : (348 et 349) que la portion inférieure du troisième adducteur modère l'action rotatrice en dehors des autres adducteurs, pendant l'adduction volontaire de la cuisse; (349) que la portion antérieure des moyen et petit fessiers, rotatrice en dedans, ne peut entrer dans la synergie musculaire qui produit l'adduction; (350) que la force tonique de la portion inférieure du grand adducteur exerce une influence sur l'attitude normale de la cuisse, entre la rotation en dehors et la rotation en dedans; (351) que les adducteurs sont nécessaires à la flexion de la cuisse directement en avant; (352) mécanisme de ce mouvement.... 361 à 365

Resumé général .......................... 365

CHAP. II. — Action individuelle et usages des muscles qui meuvent la jambe sur la cuisse .......................... 371

Art. Ier. Muscles qui étendent la jambe sur la cuisse (droit antérieur de la cuisse, vaste interne et vaste externe) .......... 371

§ I. Électro-physiologie .......................... 371

A. Expériences .......................... 371

B. Remarques .......................... 372

(353) Examen comparatif de l'action propre du vaste externe et du vaste interne sur la rotule. (354) L'action oblique exagérée du vaste externe expose à la luxation de la rotule en dehors. (355) Le vaste externe et le vaste interne doivent être considérés comme un seul muscle. (356) Caractères physiologiques qui distinguent le droit antérieur de la cuisse des vastes externe et interne. (357) Il était utile qu'un des extenseurs de la jambe s'attachât à l'épine iliaque antérieure et supérieure. (358 et 359) Dans quelles circonstances cette attache au bassin augmente la puissance du droit antérieur, comme extenseur de la jambe sur la cuisse, et fait de ce muscle une sorte de ligament actif...... 372 à 377

§ II. Physiologie pathologique .......................... 377

Faits cliniques montrant : (362) que la rotule peut se luxer en dehors, pendant la marche, le saut, lorsque le vaste externe se contracte isolément, et qu'il est probable que les cas de luxation en dehors de la rotule, connus dans la

science, étaient causés par la prédominance tonique du vaste externe; (363) quelle est l'action propre du vaste interne, et quels sont les désordres occasionnés par son action isolée; (364) déductions tirées des faits précédents; (365) que le droit antérieur reste étranger au mouvement d'oscillation d'arrière en avant, pendant le second temps de la marche; (366) que les extenseurs de la jambe sur la cuisse sont inactifs, dans la station; (367) que l'intervention du triceps crural est nécessaire, pendant l'extension, lorsque les deux segments (jambe et cuisse) forment un angle saillant en avant, au niveau du genou; (368) désordres consécutifs à l'atrophie des extenseurs de la jambe, montrant leur degré d'utilité; (369) que le droit interne et externe peuvent produire l'extension de la jambe, sans l'intermédiaire de la rotule et de son tendon; (370) que l'utilité des petits muscles articulaires de Winslow ne paraît pas démontrée .............. 377 à 387

ART. II. Muscles qui fléchissent la jambe sur la cuisse (le couturier, le droit interne, le demi-tendineux, le biceps crural, le pectiné, le demi-membraneux) .................... 387

§ I. Électro-physiologie .............................. 387

A. Expériences .................................. 387

B. Remarques...................................... 389

(371). Le couturier agit sur l'aponévrose fémorale et les tissus de la cuisse d'une manière analogue au tenseur du fascia lata, mais en sens contraire de celui-ci. (372) Cette action constitue le premier temps de sa contraction. (373) Le couturier ne produit pas l'ensemble des mouvements qui placent le membre dans l'attitude assise, habituelle chez les tailleurs. (374). L'action rotatrice en dehors du couturier sur la jambe est plus faible et plus limitée qu'on ne l'a cru jusqu'à présent. (375) La direction du couturier n'était pas assez oblique pour exercer une puissante action rotatrice en dehors, action qui d'ailleurs eût été plus nuisible qu'utile. (376) En raison de sa direction réfléchie, de dedans en dehors, le tendon inférieur du couturier est rotateur de la jambe en dedans, et aussi de la cuisse. (377) Dans quelles circonstances le couturier est appelé à agir, comme fléchisseur de la cuisse sur le bassin et de celui-ci sur la cuisse. (378) Le droit interne est plus puissant adducteur de la cuisse que fléchisseur de la jambe; contrairement à l'assertion de Winslow, il peut commencer la flexion de la jambe, alors même que la cuisse n'est pas dans la rotation. (379) Il est rotateur de la cuisse en dedans. (380) Action commune et différentielle du demi-tendineux et du biceps crural. (381) Mécanisme du mouvement de rotation et de flexion de la jambe. (382) Action rotatrice du poplité plus forte que son action fléchissante. (383) Action du demi-membraneux ..... 389 à 391

§ II. Physiologie pathologique ........................ 397

Faits cliniques montrant : (384) que le couturier ne peut faire osciller complétement le membre inférieur, d'arrière en avant, pendant la marche; (385) que les muscles demi-tendineux, demi-membraneux et biceps crural sont principalement destinés à produire ou à maintenir l'extension du tronc, pendant

la marche et la station ; (386) que la flexion de la jambe est nécessaire, au moment où le pied abandonne le sol pour osciller en avant, et que ce mouvement est produit principalement par les muscles demi-tendineux et biceps crural; (387) que la contraction musculaire, nécessaire à la flexion de la jambe, pendant le second temps de la marche, est d'une courte durée; (388) quelle est l'action propre du biceps crural, et quels sont les désordres occasionnés par lui, comme rotateur de la jambe en dehors, lorsqu'il ne peut plus être modéré par ses antagonistes; (389) comment, consécutivement à l'action continue et non modérée du biceps crural, la jambe tourne sur la cuisse, pendant son extension; le peu de solidité de la jambe pendant la station et la marche, consécutivement à cette élongation des ligaments latéraux; (390) l'utilité des dispositions anatomiques des ligaments croisés et latéraux du genou; (391) qu'un certain équilibre entre les forces toniques des muscles rotateurs de la jambe est nécessaire à la conformation normale du genou, et que le genou cagneux doit principalement sa formation à une forte prédominance tonique du biceps crural, qui est rotateur en dehors; (392) que l'action exagérée et continue des rotateurs de la jambe en dedans produit des désordres articulaires analogues aux précédents, mais en sens contraire; (393) que les rotateurs de la jambe en dedans sont des espèces de ligaments actifs nécessaires pour limiter l'action rotatrice en dehors du biceps crural; (394) que les muscles demi-tendineux, demi-membraneux et biceps crural sont des ligaments actifs nécessaires pour limiter l'extension de la jambe . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 397 à 406

RÉSUMÉ GÉNÉRAL. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 406

CHAP. III. Action individuelle et usages des muscles qui meuvent le pied. 413

Considérations générales . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 413

ART. Ier. Muscles qui étendent le pied sur la jambe (triceps sural, jumeau et soléaire, et long péronier latéral) . . . . . . . . . . . 416

§ I. Électro-physiologie . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 417

A. Expériences . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 417

B. Remarques . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 418

(495) La raison du varus produit par le triceps sural se trouve dans les dispositions anatomiques des surfaces de l'articulation calcanéo-astragalienne. (396) Les trois faisceaux du triceps sural constituent un seul muscle. (337) L'action des jumeaux, comme fléchisseurs de la jambe sur la cuisse, est très-faible, comparativement à leur action comme extenseurs du pied. (398) Il est heureux que la puissance de leur flexion sur la cuisse soit faible. (399) L'attache de ses faisceaux aux condyles du fémur permet au triceps fémoral de concourir, dans certaines circonstances, à l'extension du pied. (400) Le soléaire est spécialement destiné à produire l'extension du pied, pendant que la jambe est fléchie sur la cuisse, et lorsque cette extension a lieu sans effort. (401) Figures 63, 64, 66, 68, qui représentent les mouvements imprimés au pied par

l'action propre du long péronier latéral. (402) Le triceps sural est le seul extenseur puissant de la partie antérieure de l'arrière-pied et de la partie externe de l'avant-pied, tandis que le bord interne de l'avant-pied n'est abaissé que par le long péronier latéral. (403) Comment le triceps sural agit, et quel est le degré d'utilité du long péronier latéral, pendant la station debout, la marche, le saut. (404) La puissance du long péronier latéral, malgré son peu de volume, doit être considérable pour remplir une telle fonction. (405) Le concours du long péronier latéral, qui produit à la fois l'abduction et l'extension du pied, était nécessaire pour neutraliser l'action du triceps sural, qui est extenseur adducteur. (406) Mouvements secondaires des phalanges des orteils, consécutivement à la contraction individuelle du triceps sural ou du long péronier latéral........................................ 418 à 426

§ II. Physiologie pathologique........................................ 426

A. Confirmation des faits électro-physiologiques précédents par les contractures des muscles triceps sural et long péronier latéral. 426

Faits cliniques montrant : (407) que les contractures des muscles moteurs du pied pourraient servir à contrôler et à confirmer les faits physiologiques mis en lumière par l'expérimentation; (408) que la contracture du long péronier latéral, la plus intéressante au point de vue physiologique, mérite d'être étudiée spécialement; (409) Relation d'un cas de contracture du long péronier latéral, et les figures 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, dessinées d'après des photographies représentant les mouvements du pied; (410) que cette espèce de pied creux valgus ne provoque pas de douleurs en avant de la malléole externe, comme le pied valgus pied plat; (411) Résumé des phénomènes observés dans tous les cas de pied creux valgus par contracture du long péronier latéral....... 426 à 433

B. Troubles dans les mouvements volontaires consécutivement à l'atrophie ou à la paralysie du triceps sural............... 433

Faits cliniques montrant : (412) que la force des extenseurs du pied doit être au moins égale au poids du corps, pour que la marche ait lieu sans claudication, et que le soléaire ne peut suffire à supporter le poids du corps, pendant la marche; (413) que le long péronier latéral agit faiblement, comme extenseur du pied et comme abducteur du pied; (414) tandis qu'il abaisse puissamment le bord interne du pied; (315) quelle est la forme du pied, sous l'influence de sa contraction isolée........................................ 433 à 437

C. Troubles dans la conformation du pied, consécutivement à la paralysie du triceps sural.............................. 437

Faits cliniques montrant : (416) quelle est la forme du pied, sous l'influence de l'action isolée du long péronier latéral, chez les sujets dont le triceps sural est atrophié, et qu'il se forme, dans ces cas, un talus pied creux, tordu en dehors; (417) que l'on a attribué, à tort, ce pied creux à la rétraction des muscles de la plante du pied.................. 437 à 439

D. Troubles dans les mouvements du pied, consécutivement à la paralysie du long péronier latéral...................... 439

Faits cliniques montrant: (418) quels sont les troubles fonctionnels occasionnés par la paralysie du long péronier latéral

et conséquemment quel est le degré d'utilité de ce muscle ; relation d'un cas de paralysie de ce muscle ; son diagnostic ; résumé des faits qui en ressortent ; (419) pourquoi il est difficile de se tenir sur la pointe du pied, consécutivement à la paralysie du long péronier latéral ; (420) pourquoi la station sur le bord externe de l'avant-pied, qui a lieu dans le valgus, produit certaines douleurs ; (421) que, contrairement à l'opinion de certains physiologistes, le pied appuie peu sur le sol par sa partie externe.... .................... 439 à 446

E. Déformations du pied produites par la faiblesse ou par la perte de la force tonique du long péronier latéral............ . 446

Faits cliniques montrant : (422) la formation du pied plat, consécutivement à la perte ou à la diminution de la force tonique du long péronier latéral ; (423) que le pied plat offre toujours primitivement la forme d'un varus de l'avant-pied, lorsqu'il ne repose pas sur le sol ; qu'il devient valgus consécutivement et mécaniquement ; (424) que le long péronier latéral est une sorte de ligament actif, plus solide que le ligament calcanéo-cuboïdien inférieur qui cède, dans certains pieds plats, où il se forme à la plante du pied une courbe à convexité inférieure ; (425) que l'affaiblissement de la force tonique du jambier antérieur est la cause principale du pied plat natif.. ................................. 446 à 450

F. Démonstration, par des faits thérapeutiques, de l'action individuelle et des usages du long péronier latéral........... 450

(426) Relation d'un cas de guérison de pied plat valgus douloureux par la faradisation du long péronier latéral. (427) Interprétation du fait précédent. (428) Que la réduction du valgus, par rupture des brides ou par la ténotomie des muscles rétractés, ne suffit pas pour faire disparaître les douleurs du pied plat consécutif à la paralysie du long péronier latéral ; mais qu'il faut guérir cette paralysie. (429) Relation d'un fait à l'appui de cette assertion avec la figure 78, avant le traitement, et la figure 79, après le traitement. (430) Pourquoi tout pied plat valgus n'est pas nécessairement douloureux. (431) Faits cliniques à l'appui de l'explication précédente. (432) Que l'ignorance des principes exposés ci-dessus a été la cause de la direction fausse donnée au traitement chirurgical du pied plat valgus douloureux. (433) Qu'il ne suffit de rétablir mécaniquement la voûte plantaire pour faire disparaître les troubles fonctionnels occasionnés par le pied plat. — Faits cliniques avec les figures 72, 73, 74, 75, à l'appui de cette assertion........................... 450 à 468

ART. II. Muscles qui fléchissent le pied sur la jambe (jambier antérieur, long extenseur des orteils, extenseur du gros orteil)....... 463

§ I. Electro-physiologie................................ 464

A. Expériences représentées dans les figures 77, 78, 79....... 464

B. Remarques.......................................... 468

(434) Certains faits mis en lumière par l'expérimentation concernant l'action propre du jambier antérieur, étaient entièrement ignorés. (435) Contour de la plante du pied, dessiné comparativement au repos et pendant la contraction du jambier antérieur,

montrant les changements de l'axe longitudinal du pied et de l'axe vertical du talon. (436) L'adduction du pied par le jambier antérieur est faible. — L'élévation du bord interne du pied et la flexion du pied sur la jambe se font au contraire avec une grande force. (437) Explication du changement de l'attitude des orteils et de l'aplatissement de la voûte plantaire, par le fait de la contraction du jambier antérieur — fig. 80. (438) L'extenseur propre du gros orteil est un faible auxiliaire du jambier antérieur, pour la flexion du pied. (439) La déformation du pied par le jambier antérieur démontre la nécessité d'un muscle fléchisseur abducteur ; ce muscle est l'extenseur commun des orteils qui produit la flexion directe du pied, en se combinant avec le précédent. — L'extenseur commun des orteils se combine avec le jambier antérieur, afin de produire la flexion directe du pied. (440) Un muscle destiné à fléchir directement le pied n'aurait pas été aussi utile que ces combinaisons musculaires. (441) On a eu tort de dire que les péroniers agissaient synergiquement avec le jambier antérieur, pour produire la flexion directe du pied. (442) Faits montrant que la flexion abductrice du pied se fait aussi bien par l'extenseur commun des orteils, sans le concours du péronier antérieur, qu'avec ce concours. (443) Le péronier antérieur est une dépendance de l'extenseur commun des orteils. (444) La fonction principale de l'extenseur commun des orteils devrait faire appeler ce muscle fléchisseur abducteur. (445) Son action sur les orteils est d'une utilité secondaire. (446) La contraction à force égale, du jambier antérieur et de l'extenseur commun des orteils, produit la flexion abductrice du pied. (447) Importance du mouvemement de flexion calcanéo-astragalienne. (448) Explication de la déformation du pied produite par l'action isolée de l'extenseur commun des orteils. (449) Utilité, pendant la flexion du pied, de l'action synergique de tous les muscles qui concourent à ce mouvement........... 468 à 478

§ II. Physiologie pathologique.................................. 478

A. Troubles fonctionnels dans les mouvements du pied, consécutivement à la paralysie ou à l'atrophie du jambier antérieur. 479

Faits cliniques montrant : (450) que la flexion du pied par l'extenseur commun des orteils, sans le concours du jambier antérieur, ne peut se faire qu'avec abduction ; (451) que l'extenseur du gros orteil est l'auxiliaire du jambier antérieur, mais qu'il ne peut le suppléer, comme fléchisseur adducteur du pied ; (452) que malgré la perte du jambier antérieur, l'adduction du pied est encore possible, pourvu que sa flexion sur la jambe ne doive pas arriver à l'angle droit ; (453) pourquoi le pied se trouve dans l'abduction (en valgus), pendant la marche et la station, lorsque le jambier antérieur est paralysé : (454) pourquoi le sujet butte souvent en marchant, lorsqu'il ne peut faire la flexion du pied qu'avec l'extenseur commun des orteils.............................. 479 à 482

B. Déformation du pied, consécutivement à la paralysie ou à l'atrophie du jambier antérieur.............................. 482

Faits cliniques, et figures 81, 82, 83, 84 et 85, montrant : (455) que consécutivement à l'atrophie du jambier antérieur, il se forme progressivement un équin dont le degré est en

raison directe de la force des extenseurs et de la durée de la maladie ........................................ 482 à 483

C. Troubles fonctionnels dans les mouvements et déformation du pied, consécutivement à l'atrophie ou à la paralysie de l'extenseur des orteils........................................ 485

Faits cliniques montrant : (456) que consécutivement à l'atrophie de l'extenseur commun des orteils, les mêmes troubles fonctionnels ont lieu, mais en sens inverse, pour les mouvements de latéralité du pied ; (457) que ce muscle est utile, comme auxiliaire des ligaments calcanéo-cuboïdien et scaphoïdo-astragalien dorsaux ; (458) que, dans certain cas l'extenseur commun des orteils perd la faculté de produire l'abduction du pied, par le fait du déplacement de sa coulisse tendineuse ; (459) Formation de diverses variétés de talus, consécutivement à l'affaiblissement ou à l'atrophie des extenseurs du pied ; (460) talus pied plat direct, représenté dans la figure 86 ; (461) talus pied plat varus, représenté dans les figures 87 et 88 ; (462) talus pied creux tordu en dehors ; (463) talus pied creux direct et talus pied creux varus de l'avant-pied, représentés dans les figures 89 et 90 ; (465) conclusion.............................. 485 à 491

D. Abolition ou gêne des mouvements de l'articulation tibio-tarsienne........................................ 491

(466) Les mouvements de l'articulation calcanéo-astragalienne s'exagèrent, lorsque ceux de l'articulation tibio-tarsienne sont abolis ou gênés. (467) Mécanisme et inconvénients de la déformation du pied représentés dans les figures 91 et 92, consécutivement à ces mouvements exagérés dans l'articulation calcanéo-astragalienne. (468) Comment il se forme un valgus après la ténotomie pratiquée contre le pied varus. Insuffisance de la flexion du pied, quand elle est produite par le mouvement de l'articulation calcanéo-astragalienne. 491 à 496

Art. III. Muscles qui produisent directement les mouvements latéraux du pied (court péronier latéral, jambier postérieur) ...... 496

§ I. Électro-physiologie ........................................ 497

A. Expériences........................................ 497

B. Remarques........................................ 498

(469) Le court péronier latéral et le jambier postérieur pourraient être appelés adducteur ou abducteur du pied. (470) Ils sont destinés à produire les mouvements latéraux du pied, au moment où il est fléchi à angle droit. (471) Ces muscles peuvent concourir aux mouvements latéraux du pied, quel que soit son degré de flexion ou d'extension. (472) La contraction combinée de ces muscles maintient le pied fléchi à angle droit, et l'empêche de se renverser en dehors ou en dedans. (472) Utilité de cette action. (473) Expériences comparatives montrant que le jambier antérieur s'oppose, jusqu'à un certain point, à la puissante adduction du pied, propre au jambier postérieur, tandis que celui-ci ne permet pas au pied de se renverser autant en dedans que sous l'influence du jambier antérieur.............................. 498 à 501

§ II. Physiologie pathologique........................................ 501

Faits cliniques montrant : (474) qu'en l'absence du court péronier latéral, le pied est porté difficilement dans l'abduction, sans qu'il soit fléchi ou étendu ; (475) que l'influence et l'utilité de la force tonique du court péronier latéral ou du jambier postérieur sur la forme et sur l'attitude du pied sont mises en lumière par la paralysie de l'un ou de l'autre de ces muscles ; (476) que les expressions manquent pour désigner les déformations différentielles produites par l'action exagérée du jambier antérieur et du jambier postérieur ; (477) quelles sont les conséquences fâcheuses, pour la pratique chirurgicale, de la confusion qui existait sur les fonctions du court péronier latéral et du long péronier latéral ; (478) que l'observation clinique montre mieux que l'expérimentation, l'action différentielle du jambier postérieur et du jambier antérieur sur l'articulation médio-tarsienne ; (479) qu'elle démontre que ces muscles sont nécessaires pour empêcher le pied de tourner en dedans ou en dehors, pendant la station debout ou la marche ; (480) qu'il vaut mieux avoir perdu tous les muscles moteurs du pied qu'un seul de ces muscles.......... 501 à 507

Art. IV. Muscles qui meuvent les orteils..................... 508

§ I. Électro-physiologie.......................................... 509

A. Extenseur commun des orteils, extenseur propre du gros orteil, pédieux.......................................... 509

(481) En traitant de l'action de l'extenseur commun des orteils, il sera fait abstraction de son action sur la flexion du pied, dont il a été question dans l'article premier. (482) Par la faradisation de l'extenseur commun des orteils, les premières phalanges s'étendent, tandis que les dernières s'infléchissent. (483) Le mécanisme de ce mouvement, en sens inverse des phalanges des orteils, est le même que celui des doigts ; mais la flexion des deux dernières phalanges est moins prononcée par l'extenseur commun des orteils. (484) La faradisation de l'extenseur propre du gros orteil produit l'extension de sa première phalange et la flexion de sa seconde. (485) L'extension des premières phalanges par l'extenseur commun des orteils et par l'extenseur propre du gros orteil se fait directement, tandis que par le pédieux, elle a lieu obliquement en dehors, et d'autant plus fortement que le tendon est plus interne.................... 509 à 511

B. Long fléchisseur commun des orteils et son accessoire, court fléchisseur commun des orteils, et long fléchisseur du gros orteil.......................................... 511

(486) Le long fléchisseur commun des orteils est difficilement accessible à la faradisation. (487) La faradisation de ce muscle fléchit la troisième phalange des orteils et les deux autres faiblement. (488) Elle fait tourner les premières phalanges sur leur axe de dehors en dedans et les incline en dedans. (489) La faradisation de l'accessoire empêche ce faux mouvement des orteils, exercé par le long fléchisseur commun des orteils ; la faradisation simultanée de ces deux muscles produit la flexion directe des orteils ; l'accessoire est donc une dépendance du long fléchisseur commun des orteils. (490) Le court fléchisseur commun des orteils fléchit fortement les secondes phalanges, et très-faiblement les pre-

mières. (491) Expériences démontrant que le court fléchisseur commun des orteils ne redresse pas les orteils déviés en dedans par le fléchisseur commun des orteils. (492) Le fléchisseur du gros orteil faradisé fléchit fortement les secondes phalanges, et faiblement les premières ............ 511 à 515

C. Interosseux et lombricaux du pied, abducteur et court fléchisseur du petit orteil, adducteur du gros orteil, abducteur du gros orteil .................................... 515

(493) Par la faradisation des interosseux du pied, on obtient simultanément : 1° des mouvements latéraux des premières phalanges; 2° la flexion de celles-ci; 3° l'extension des deux dernières. (494) Expériences démontrant que l'extension des deux dernières phalanges est produite réellement par les interosseux du pied. (495) La flexion des premières phalanges par les interosseux du pied se fait avec une telle force, que ces muscles auraient pu produire la flexion à angle droit, comme les interosseux de la main, si les ligaments métatarso-phalangiens ne s'y opposaient. (496) Le court fléchisseur du petit orteil doit être considéré comme une sorte d'interosseux abducteur, modérateur nécessaire de l'interosseux plantaire du petit orteil qui est adducteur. (497) L'abducteur du petit orteil agit comme le court fléchisseur du petit orteil, mais il est plus abducteur. (498) L'adducteur du gros orteil fléchit la première phalange, en la portant en dedans, et étend la deuxième phalange. (499) Expérience démontrant cette dernière action. (500 et 501). Expériences montrant l'action du court fléchisseur, de l'abducteur oblique et de l'abducteur transverse du gros orteil. (502, 503 et 504). Utilité des mouvements spéciaux exercés par ces muscles. 515 à 523

§ II. Physiologie pathologique............................ 524

(505) Déformation des orteils, consécutivement à la paralysie de l'extenseur commun des orteils, — déformation occasionnée alors par la prédominance tonique des interosseux. (506) La paralysie des interosseux du pied montre quelle est l'action réelle de l'extenseur commun des orteils sur les phalanges. (507) Déduction tirée des faits précédents. (508) L'observation clinique prouve que l'extenseur propre du gros orteil n'étend en réalité que la première phalange, et qu'il agit faiblement sur la seconde. (509) Mécanisme du développement de la griffe des orteils, sous l'influence de l'action exagérée de leurs muscles extenseurs. La figure 93 montre cette griffe des orteils. (510) Utilité des interosseux et des lombricaux du pied et des muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil, démontrée par les douleurs que leur paralysie peut occasionner, pendant la station et la marche. (511) Cependant ces douleurs n'ont pas toujours lieu. (512) Ces études de physiologiques intéressent l'esthétique. (513) Genèse de la griffe pied-creux. (514) Utilité des mouvements en sens invers des phalanges des orteils, produits par les interosseux du pied et par les muscles qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil, mise en lumière par l'observation clinique .............................. 524 à 538

Art. V. Considérations générales et historiques sur les muscles moteurs du pied et des orteils .......................... 538

§ I. Muscles moteurs du pied sur la jambe. . . . . . . . . . . . . . . . . . 538

(515). Préparations anatomiques et jambes artificielles. . . . . . 538

A. Mouvements articulaires produits par les muscles qui étendent le pied sur la jambe. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 540

*a*. Triceps sural. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 540

I. Action sur l'articulation tibio-tarsienne . . . . . . . . . . . . . . . . . 540

(516) Dans le premier temps, le mouvement se passe entre les surfaces de l'articulation tibio-tarsienne. (517) Pourquoi, dans ce mouvement, le calcanéum entraîne avec une grande puissance le bord externe de l'avant-pied, et pourquoi il a peu d'action sur son bord interne. (518) Ce fait a été méconnu par les anatomistes. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 540 à 542

II. Action sur l'articulation calcanéo-astragalienne . . . . . . . . . . . 542

(519) Dans le second temps, le mouvement a lieu dans l'articulation calcanéo-astragalienne et produit l'adduction, (520) mouvement qui a été bien étudié par M. Bouvier. — Delpech le premier a attribué ce mouvement au triceps sural; mais l'explication qu'il a donnée du mécanisme de cette action est inexacte. (521) Ce mouvement a lieu en vertu de l'obliquité des surfaces de l'articulation calcanéo-astragalienne. (522) Mécanisme de ce mouvement. . . . . . . . . 542 à 547

*b*. Long péronier latéral (extenseur abducteur) . . . . . . . . . . . . . 545

(523). Le long péronier latéral met huit articulations en mouvement. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 545 à 546

I. Action sur les articulations du bord interne de l'avant-pied. . . 546

(524) Série de petits mouvements articulaires du bord interne de l'avant-pied par le long péronier latéral, desquels résulte l'abaissement de la saillie sous-métatarsienne. (525) Avantages de ces mouvements multiples. (526) Le mouvement de l'articulation scaphoïdo-astragalienne est le plus étendu. (527) Il en résulte une augmentation de la voûte plantaire, une diminution du diamètre transversal de l'avant-pied, un mouvement de torsion de ce dernier et de rapprochement les uns des autres des os cunéiformes. (528) Sabatier avait entrevu l'action du long péronier latéral sur le bord interne de l'avant-pied, mais il n'en avait pas compris ou fait comprendre l'importance. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 546 à 550

II. Action sur l'articulation calcanéo-astragalienne et sur l'articulation tibio-tarsienne. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 550

(529) Utilité des dispositions anatomiques du sillon destiné à recevoir le ligament interosseux. (530) Opinion des auteurs sur l'action propre du long péronier latéral. (531) Expérience montrant que le long péronier latéral agit faiblement sur l'articulation tibio-tarsienne. . . . . . . . . . . . . . . . . 550 à 553

B. Mouvements articulaires produits par les muscles qui fléchissent le pied sur la jambe . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 553

*a*. Jambier antérieur (fléchisseur adducteur). . . . . . . . . . . . . . . 553

I. Action sur les articulations du bord interne de l'avant-pied. . . 553

(532) Ce muscle agit sur les articulations du bord interne de l'avant-pied, en sens inverse du long péronier latéral. (533)

Sœmmerring a signalé en partie cette action du jambier antérieur sur le bord interne de l'avant-pied ; mais après lui aucun auteur n'en a fait mention ........................ 553 à 555

II. Action sur l'articulation médio-tarsienne ................ 555

(534) Cette action du jambier antérieur s'exerce principalement sur l'articulation scaphoïdo-astragalienne, fortement de bas en haut, et très-peu de dehors en dedans. (535) Raison anatomique de cette action du jambier antérieur.. ....... 555

III. Action sur l'articulation calcanéo-astragalienne ........... 555

(536) L'action la plus importante du jambier antérieur est de produire le mouvement de flexion dans l'articulation tibio-tarsienne. ...................... ...... ....... 555

IV. Action sur l'articulation tibio-tarsienne........... ..... 556

(537) L'action fléchissante du jambier antérieur sur l'articulation tibio-tarsienne, a lieu après le mouvement précédent. (538) Opinion des auteurs sur l'action de ce muscle....... 556

*b.* Extenseur propre du gros orteil...................... .. 556

(539) Ce muscle peut produire les mêmes mouvements articulaires que le jambier antérieur ; mais bien faiblement..... 556

*c.* Extenseur commun des orteils ........................... 557

I. Action sur l'articulation calcanéo-astragalienne ............ 557

(540) Mécanisme du mouvement d'abduction de cette articulation. (541) Mécanisme du mouvement de flexion du pied dans cette articulation. (542) L'élévation de l'extrémité antérieure et externe du pied, par le fait de ce mouvement, peut aller, à l'état normal, jusqu'à 4 centimètres et demi. (543) Pourquoi la flexion abductrice du pied est plus avantageuse que la flexion directe. (544) Aucun anatomiste n'avait entrevu que l'extenseur commun des orteils produit l'abduction du pied.......................... 557 à 561

II. Action sur l'articulation tibio-tarsienne................ 561

(545) Pourquoi l'extenseur commun des orteils agit moins fortement sur l'articulation tibio-tarsienne que sur l'articulation calcanéo-astragalienne. (546) Il agit puissamment sur l'articulation tibio-tarsienne, lorsqu'on immobilise l'articulation calcanéo-astragalienne. (547) Ses deux derniers faisceaux externes produisent plus puissamment l'abduction que les deux autres........ .............. ..... 561 à 563

III. Action sur l'articulation médio-tarsienne ..... ......... 563

(548) L'extenseur commun des orteils est une sorte de ligament dorsal actif de l'articulation médio-tarsienne......... 563

C. Mouvements articulaires propres aux muscles qui produisent l'adduction et l'abduction du pied................. .. 564

*a.* Court péronier latéral (abducteur direct) ................ 564

I. Action sur l'articulation médio-tarsienne................ 564

(549) Mécanisme de son action sur l'articulation médio-tarsienne ........................ ...... 564

II. Action sur l'articulation calcanéo-astragalienne ............ 564

(550). Mécanisme de l'action abductrice qu'il exerce sur l'articulation calcanéo-astragalienne.... .................. 564

III. Action sur l'articulation tibio-tarsienne et sur le dernier métatarsien ....................................... 565

551) En vertu de quels mouvements articulaires le court péronier latéral ramène le pied dans la flexion à angle droit. (552) Opinions contradictoires des auteurs sur l'action de ce muscle........ .. ... ................. ....... 565 à 567

*b*. Jambier postérieur ...... ............................ 567

I. Action sur l'articulation médio-tarsienne.................. 567

(553) Mécanisme de ce mouvement. (554) Le jambier postérieur imprime à l'avant-pied, dans l'articulation médio-tarsienne, un mouvement de dehors en dedans beaucoup plus étendu que celui qui est produit par le jambier antérieur. (555) Il fait regarder la face plantaire du pied moins en dedans que le jambier antérieur.................... 567 à 569

II. Action sur l'articulation tibio-tarsienne................. 569

(556) Même action que le court péronier latéral. (555) Opinions diverses des auteurs sur l'action de ce muscle............ 569

§ II. Muscles moteurs des orteils............................ 570

A. Extenseur commun des orteils........................... 570

(558) Les auteurs avaient pensé que l'extenseur commun des orteils étendait les trois phalanges avec une égale puissance. L'expérimentation électrique et l'observation clinique a montré que ce muscle agit principalement et avec plus de force sur les premières phalanges. (560) Expériences cadavériques confirmant cette expérimentation électrique. (558) Dispositions anatomiques représentées dans les figures 94 et 95, en vertu desquelles les tendons de l'extenseur commun des orteils sont fixés aux premières phalanges, et qui expliquent leur action spéciale sur ces phalanges............ . 570 à 573

B. Interosseux et lombricaux du pied........................ 573

(561) L'action des interosseux du pied, qui a été mise en lumière par l'expérimentation électrique, et les dispositions anatomiques qui pourraient en rendre compte, ont été découvertes par Sabatier. (562 et 563) Expériences cadavériques confirmant et expliquant les faits qui ressortent de l'expérimentation électrique sur les interosseux et les lombricaux. (564) La force d'extension par les interosseux et les lombricaux du pied est faible, mais suffisante pour leur usage. (565) La griffe des orteils serait encore la conséquence de l'atrophie des lombricaux et des interosseux, quand bien même les premiers ne se prolongeraient pas jusque dans les bandelettes latérales.................................. 573 à 576

C. Extenseur propre du gros orteil........................... 577

(566) Les auteurs, s'appuyant sur certaines dispositions anatomiques, ont professé unanimement que l'extenseur propre du gros orteil étend puissamment ses deux phalanges. (567) Expériences cadavériques montrant cependant que ce muscle

produit l'extension de la première phalange du gros orteil et la flexion de sa seconde phalange. (568) Dispositions anatomiques représentées dans les figures 96 et 97, et rendant parfaitement compte de l'action puissante exercée directement par l'extenseur propre du gros orteil sur la première phalange, et de sa faiblesse d'action sur la seconde. . . . 577 à 580

B. Muscles qui aboutissent aux os sésamoïdes du gros orteil. . . . 580

(569) La division en deux muscles distincts des faisceaux musculaires qui s'attachent aux os sésamoïdes du gros orteil est la seule rationnelle, surtout au point de vue physiologique. (570) Les auteurs étaient en désaccord sur les mouvements imprimés au gros orteil par ses muscles adducteur ou abducteur ; il était nécessaire que l'expérimentation électrique vînt fixer l'opinion sur ce point. (571) Il n'existe pas d'expansion aponévrotique qui mette les tendons des adducteur ou abducteur du gros orteil en connexion avec le tendon de son extenseur. (572) L'opinion des auteurs qui ont professé que ces muscles concourent à augmenter la voûte plantaire, n'est pas confirmée par l'observation clinique. (573) Utilité, pour les mouvements de flexion du pied sur la jambe par l'extenseur commun des orteils, des expansions fibreuses en vertu desquelles les tendons de ce muscle agissent fortement sur les premières phalanges. (574) Critique de l'attache de l'extenseur commun des orteils aux phalanges, au point de vue de sa fonction, comme fléchisseur du pied. (575) Critique de l'attache de l'extenseur propre du gros orteil à la première phalange . . . . . . . . . . . . . . . . 580 à 585

RÉSUMÉ GÉNÉRAL. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 585 à 599

**TROISIÈME PARTIE. — Mouvements de la colonne vertébro-crânienne.** . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 600

CHAPITRE PREMIER. — Action individuelle et usages des muscles qui président à la respiration. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 600

ART. I[er]. Diaphragme. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 610

§ 1. Exposé historique. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 612

(576) Les anciens ne reconnaissaient qu'un muscle inspirateur, le diaphragme ; Galien a démontré par des résections qu'il en existe encore d'autres. (577) Procédé employé par lui pour obtenir dans les vivisections la contraction isolée de ce muscle. (578) Au XVI[e] siècle, l'opinion de Galien règne encore dans la science. (579) Mais Vésale explique l'action élévatrice que ce muscle exerce sur les côtés diaphragmatiques, par son élévation dans la cavité thoracique. (580) Columbus soutient qu'il est relâché pendant l'inspiration et qu'en se contractant il resserre la base du thorax. (581) Borelli démontre que son action propre est de resserrer la base du thorax et d'agrandir le diamètre vertical de la poitrine. (582) En 1833, Magendie réhabilite l'opinion de Galien, et propose une théorie nouvelle, mais qui n'a pas été acceptée par ses contemporains. (583) En 1843, MM. Beau et Maissiat soutiennent encore l'opinion

de Galien, à l'aide de vivisections, mais n'admettent pas la théorie de Magendie, c'est-à-dire la nécessité d'un point d'appui du diaphragme sur les viscères abdominaux, pour produire l'élévation des côtes inférieures. (584) Les expériences de M Debrou paraissent être en contradiction avec celles de MM. Beau et Maissiat. (585) Cet historique fait ressortir l'utilité de mes expériences électro-physiologiques............. ........................ 612 à 620

§ II. Electro-physiologie.......................... .......... 620

A. Mouvements imprimés aux côtes par le diaphragme dans ses rapports naturels avec les viscères abdominaux........... 620

*a*. Expériences sur l'homme vivant. (586) Élévation et expansion des côtes diaphragmatiques par la faradisation des nerfs phréniques.......................................... 620

*b*. Expériences sur le cadavre humain dont l'irritabilité n'était pas éteinte. (587) La faradisation des nerfs phréniques sur le cadavre humain produit les mêmes mouvements que sur l'homme vivant. (588) Ces expériences sont analogues à celles de Galien................................. 622 à 624

*c*. Expériences sur les animaux vivants et morts dont le nerf phrénique a été dénudé. (589) Faradisation des nerfs phréniques chez l'animal vivant, montrant l'agrandissement considérable de la base du thorax. (590) Faradisation des nerfs phréniques encore irritables, chez l'animal mort, produisant les mêmes mouvements d'expansion des côtes diaphragmatiques, mais moins prononcés que chez l'animal vivant. (591) Les mouvements excentriques des côtes diaphragmatiques, par la faradisation des nerfs phréniques, s'étendent aux côtes supérieures, dans certaines conditions. (592) Degré d'expansion des côtes diaphragmatiques par la faradisation des nerfs phréniques.............................. 624 à 629

B. Mouvements imprimés aux côtes par le diaphragme qui n'est plus dans ses rapports naturels avec les viscères abdominaux. (593) Resserrement de la base du thorax par la faradisation des nerfs phréniques, chez les animaux éventrés. (594) Dans cette expérience, agrandissement du diamètre vertical, par l'abaissement du centre phrénique. (595) Cet abaissement du centre phrénique est alors assez limité, et, à son maximum de contraction, le diaphragme prend la forme d'un cône tronqué ; mais il ne devient jamais convexe en bas, comme l'ont soutenu Haller et d'autres expérimentateurs. (596) La contraction du diaphragme est cependant très-puissante. 629 à 632

§ III. — Mécanisme des mouvements de la partie inférieure de la poitrine, pendant la contraction du diaphragme. (597) Comment on peut expliquer que, pendant plusieurs siècles, les anatomistes aient pu méconnaître le mouvement d'abaissement du diaphragme. (598) Mes expériences montrent que MM. Beau et Maissiat ont, à tort, attribué assez de force de résistance au centre phrénique pour élever les côtes et les porter en dehors, pendant la contraction du diaphragme. (599) Dans les mouvements en sens contraires imprimés par le diaphragme à la base du thorax, il n'y a pas seulement une question de point d'appui, comme le profes-

sait Magendie; (600) il faut encore que la surface de ce point d'appui soit convexe en haut, comme les viscères abdominaux, et s'exerce sur toute la surface concave du diaphragme. (601) Pourquoi l'expansion de la base du thorax par le diaphragme est plus grande, chez l'animal vivant, que chez l'animal mort ............................ 632 à 637

§ IV. — Physiologie pathologique ............................ 637

(602) Cas de paralysie ou d'atrophie de tous les muscles inspirateurs à l'exception du diaphragme, confirmant les déductions tirées par Galien de ses vivisections sur l'action propre du diaphragme. (603) Cas de paralysie ou d'atrophie du diaphragme montrant le degré d'utilité de ce muscle. (604) La contracture du diaphragme (affection non encore décrite), a été mise en lumière par la faradisation des nerfs phréniques ............................ 637 à 641

Art. II. — Intercostaux ............................ 641

§ I. — Historique ............................ 641

(605) Dans une première période, l'opinion de Galien qui considérait les intercostaux externes et internes comme des inspirateurs, à l'exception des intercostaux inférieurs, est partagée par tous les anatomistes ; cependant, selon Vésale, tous ces muscles sont expirateurs. (606) Dans une seconde période, à dater de l'an 1615, règne pendant un siècle l'opinion d'Acquapendente, qui soutient que tous les intercostaux sont inspirateurs. Enfin, en 1720, l'opinion d'Hamberger pour qui les intercostaux internes seuls sont inspirateurs et les intercostaux externes expirateurs, ouvre une troisième période, pendant laquelle on a vu, jusqu'à ce jour, naître des opinions fort diverses ............................ 641 à 643

§ II. — Electro-physiologie ............................ 643

(607) Comment j'ai été conduit à des recherches expérimentales sur l'action propre des intercostaux ; quelle doit être l'utilité pratique de ces recherches. (608) Élévation de la côte inférieure sur la côte supérieure qui reste fixe sous l'influence de la faradisation de l'intercostal interne, dans les espaces intercartilagineux ; mêmes mouvements par la faradisation de l'intercostal externe. (609) Contraction simultanée de l'intercostal interne et de l'intercostal externe par la faradisation du nerf intercostal, montrant que l'intercostal interne élève la côte inférieure sur la côte supérieure qui reste fixe, aussi bien que l'intercostal externe. (610) En 1851, la plupart de ces expériences ont été répétées par moi dans des leçons de F. Bérard ; je ne les ai pas fait connaître, parce que j'attendais qu'elles fussent suffisamment contrôlées par l'observation clinique. 643 à 648

§ III. — Physiologie pathologique ............................ 648

Faits cliniques montrant : (611) que dans la paralysie ou l'atrophie du diaphragme, et alors même que les muscles inspirateurs auxiliaires ne fonctionnent plus, la respiration costo-supérieure se fait encore normalement ; ce qui démontre que les intercostaux, soit internes, soit externes, sont inspirateurs ; (612) que la respiration costo-supérieure est abolie, lorsque les intercostaux sont atrophiés ; (613) que dans ces cas la ca-

pacité thoracique diminue; conséquemment que ces muscles sont tous inspirateurs et qu'ils maintiennent par leur force tonique cette capacité thoracique dans son état normal ; (614 et 615) que l'explication du mouvement d'élévation des côtes, par le point fixe placé supérieurement, est confirmée par l'expérimentation ; (616) critique de la théorie mécanique d'Hamberger ; (617) que certains muscles doivent être placés dans un état d'élongation, pour agir avec énergie ; (618 et 619) que certaines dispositions anatomiques des intercostaux démontrent que ces muscles sont destinés à l'inspiration ; (620) L'homme privé de l'action de ses intercostaux n'éprouve pas les troubles de la phonation signalés par Galien, chez les animaux dont il avait lié les nerfs intercostaux ; (611) utilité comparative des intercostaux et du diaphragme, mise en lumière par l'observation clinique............. 648 à 663

Art. III. — Muscles inspirateurs auxiliaires.................. 664

§ I. — Electro-physiologie.................................. 665

A. Expériences.............................................. 665

B. Remarques................................................ 666

(623) La contraction des scalènes, dans la respiration costo-supérieure, est incontestable. (624) Haller avait dit avec raison que le sterno-cléido-mastoïdien concourt à l'inspiration ; il restait à démontrer qu'isolément il peut suffire, jusqu'à un certain point, à cette inspiration. (225) Le petit pectoral et le sous-clavier se contractent synergiquement avec la portion claviculaire du trapèze, dans l'inspiration costo-supérieure. 666 à 668

§ II. — Physiologie pathologique............................ 668

Fait clinique montrant : (627 et 628) que le sterno-cléido-mastoïdien peut produire isolément la respiration costo-supérieure, avec assez de force, quoique d'une manière très-incomplète, pour que l'asphyxie n'ait pas lieu immédiatement et que le sujet puisse vivre encore, environ plusieurs semaines ; (629) que, dans le cas précédent, le sterno-cléido-mastoïdien contracte instinctivement, comme inspirateur, seulement sous l'influence d'une excitation produite par un grand besoin de respirer ; (630 et 631) que les extenseurs de la tête, surtout les splenius, doivent être rangés parmi les muscles qui concourent à l'inspiration, comme fixateurs de la tête, lorsque les sterno-cléido-mastoïdiens se contractent comme inspirateurs ; (632) qu'il n'est pas besoin de l'observation clinique pour démontrer que les scalènes sont congénères des sterno-cléido-mastoïdiens, comme inspirateurs auxiliaires ; (633) ordre hiérarchique des muscles inspirateurs, établi suivant leur importance fonctionnelle, d'après les faits précédents.................................... 648 à 678

Art. IV. — Muscles expirateurs............................. 678

§ I. — Electro-physiologie.................................. 678

A. Expériences.............................................. 678

B. Remarques................................................ 680

(634) La paroi abdominale est tendue en tous sens, à la manière d'un tambour, et les viscères abdominaux sont déprimés

fortement par la contraction simultanée des muscles de l'abdomen. (635) Pendant la faradisation des muscles de l'abdomen, alors même qu'elle ne produisait pas de douleur, la respiration était extrêmement gênée et devenait costo-supérieure; la phonation était presque abolie. (636) Les muscles bronchiques se prolongent dans toutes les divisions bronchiques; je les ai vus, expérimentalement, effacer complétement les petites bronches membraneuses. La physiologie expérimentale est insuffisante pour déterminer leur degré de puissance.................................... 681 à 684

§ III. — Physiologie pathologique.......................... 684

Faits cliniques montrant : (637) que les contractures partielles ou en masse des muscles abdominaux confirment les faits qui résultent de l'expérimentation électro-physiologique; (638) que la force tonique des muscles abdominaux est nécessaire à la paroi abdominale pour qu'elle puisse résister à la pression excentrique des viscères abdominaux; que sans sa résistance, le diaphragme resserrerait la base du thorax au lieu de la dilater; (639) que les personnes dont les parois abdominales sont affaiblies ou atrophiées sont exposées à des hernies par les mouvements expiratoires; (640) que la paralysie des muscles abdominaux n'occasionne aucun trouble apparent dans l'expiration, ni dans la phonation nécessaire à l'exercice de la parole, mais qu'alors l'expiration ne se fait plus avec autant de force dans le chant, les cris, etc.; (641) que la quantité d'air contenue dans les tubes bronchiques, et expulsée par les muscles bronchiques est considérable, et que la contraction de ces muscles augmente beaucoup la puissance de l'expiration; (642) que les expériences qui paraissaient en désaccord avec l'observation clinique, sont insuffisantes et ne sauraient l'infirmer................ 684 à 693

CHAPITRE II. — Action individuelle et usages des muscles qui meuvent la colonne vertébro-crânienne........................ 701

§ 1. Electro-physiologie.................................. 703

A. Expériences.......................................... 703

B. Remarques............................................ 704

(643) Les faisceaux du sacro-lombaire et ceux du long dorsal, qui se terminent à la face interne de l'angle des dernières côtes, aux apophyses transversales des vertèbres lombaires et aux tubercules de leurs apophyses articulaires, constituent un seul muscle qui est extenseur fléchisseur latéral des vertèbres lombaires et des dernières vertèbres dorsales; je les appelle spinaux lombaires superficiels. (644) Le long dorsal n'exerce pas sur les vertèbres l'action rotatrice qui lui a été attribuée par la plupart des anatomistes modernes. (645) Les rotateurs essentiels des vertèbres sont leurs transversaires épineux, que j'appelle spinaux lombaires profonds. Ils ne sont extenseurs puissants que lorsqu'ils se contractent des deux côtés à la fois. (646 et 647) Mes expériences ont confirmé les opinions de Diemerbroek sur l'action du cervical descendant, et de Winslow sur celles du grand épineux. Anatomiquement ces faisceaux pouvaient être considérés comme des muscles distincts, ainsi que ces anatomistes l'avaient

proposé. (648) Mes expériences montrent encore mieux que ces divisions sont fondées physiologiquement. (649) L'opinion de M. Cruveilhier, qui a écrit qu'il est impossible de redresser la région cervicale, sans redresser en même temps la région lombaire, est contraire à l'observation. (650) Action propre : 1° des extenseurs et des rotateurs particuliers des vertèbres cervicales, 2° de leurs fléchisseurs particuliers des vertèbres, 3° de leurs fléchisseurs latéraux, 4° des extenseurs et des rotateurs de la tête, 5° de ses fléchisseurs......... 704 à 716

§ II. Physiologie pathologique.............................. 716

A. Influence des muscles qui étendent ou fléchissent les vertèbres lombaires, sur l'attitude du tronc, sur la courbure lombo-sacrée et sur l'inclinaison du bassin, pendant la station debout, démontrée par l'observation clinique................... 716

*a.* Atrophie ou paralysie des extenseurs des vertèbres lombaires. 716

Faits cliniques montrant : (631) que, consécutivement à l'atrophie des spinaux lombaires, le tronc se renverse tellement en arrière, pendant la station debout, qu'une verticale conduite des apophyses épineuses les plus saillantes, passe 15 à 20 centimètres en arrière du sacrum; (652) que le but de cette attitude instinctive du tronc est d'en faire porter tout le poids par les muscles de l'abdomen; (653) que le rôle important rempli par les fléchisseurs du tronc, pendant la station debout, est démontré par le rétablissement de l'attitude normale du tronc, sous l'influence du retour progressif de la force des extenseurs des vertèbres lombaires................ 716 à 720

B. Courbure lombo-sacrée et inclinaison du bassin, à l'état normal. — Leur valeur comme caractère ethnologique. — Mécanisme de leur développement et inconvénients de l'ensellure physiologique. — Quel doit être leur degré, au point de vue ethnologique.................................. 726

Atrophie ou paralysie des fléchisseurs des vertèbres lombaires... 720

Faits cliniques montrant : (654) que dans la station debout, le concours des fléchisseurs du tronc est nécessaire à ses extenseurs, et qu'il se forme une lordose lombaire consécutivement à leur paralysie; (655) quel est le mécanisme de la formation de cette espèce de lordose; (656) quels sont les signes comparatifs de la lordose par atrophie des sacro-spinaux, et de la lordose par atrophie des muscles abdominaux; (657) que les muscles extenseurs et fléchisseurs des vertèbres lombaires agissent synergiquement dans la station; (658) qu'il ressort des recherches que j'ai faites sur le degré de courbure lombo-sacrée et d'inclinaison du bassin à l'état normal : 1° que chez certains sujets, cette courbure va jusqu'à former une sorte d'ensellure; 2° que, chez d'autres, elle est à peine prononcée; 3° que chez le plus grand nombre elle existe à des degrés divers entre ces limites extrêmes; 4° que l'inclinaison du bassin est en raison directe de l'ensellure lombo-sacrée; (659) que l'ensellure physiologique est loin d'être rare; qu'elle est un des caractères de certaines races, et qu'ordinairement il s'y joint d'autres caractères ethnologiques d'une grande beauté, (660) qui ne se rencontrent pas, lorsque la courbure lombo-sacrée n'existe pas ou presque pas; (661) que les dif-

férents degrés de courbure lombo-sacrée dépendent d'un certain équilibre entre les extenseurs et les fléchisseurs des vertèbres lombaires; importance de cette notion au point de vue pratique. (662) Considération sur le degré d'inclinaison du bassin et de courbure lombo-sacrée au point de vue esthétique ........................................ 724 à 734

C. Influence des muscles qui meuvent les vertèbres dorsales et cervicales, sur l'attitude et sur la conformation des différentes portions de la colonne vertébro-crânienne, dans la station debout, étudiée à l'aide de l'observation clinique ......... 734

Faits cliniques montrant : (663) que l'atrophie ou la paralysie des muscles extenseurs des vertèbres dorso-cervicales produit toujours une cyphose; (664) en quoi la déformation et l'attitude du tronc, consécutivement à l'atrophie des extenseurs de la portion dorso-cervicale du rachis, diffèrent de celles qui sont produites par l'atrophie des extenseurs des vertèbres lombaires; (665) que la portion supérieure du grand dorsal concourt à maintenir la rectitude du tronc; (666) que la scoliose peut se développer consécutivement à l'atrophie unilatérale des spinaux lombaires; (667) que les idées erronées, professées par des anatomistes sur l'action des spinaux, ont pu faire attribuer, dans tous les cas, la scoliose à d'autres causes qu'à la faiblesse ou à la paralysie unilatérale des spinaux lombaires; (668) comment l'action unilatérale continue des spinaux lombaires produit à la longue la déformation des vertèbres qui constitue la scoliose; (669, 670) que ces faits cliniques montrent l'importance relative et l'indépendance mutuelle des muscles extenseurs de la portion lombaire de la colonne vertébro-crânienne et de ses portions dorso-cervicales ............... 734 à 743

D. Atrophie, paralysie, contractures ou spasmes des muscles qui meuvent la portion cervicale du rachis ou la tête ......... 743

Faits cliniques montrant : (671) que les splénius et les grands complexus ne peuvent étendre les vertèbres cervicales sur les vertèbres dorsales; (672) que, lorsque les vertèbres cervicales ne peuvent être étendues sur les vertèbres dorsales, il se forme une lordose dorsale; (672) que la portion sternale du sterno-cléido-mastoïdien est plus rotatrice que sa portion claviculaire ; (673) que les extenseurs et les fléchisseurs de la tête s'associent afin d'obtenir son attitude normale, pendant la station debout ou assise .................. 743 à 749

E. Contracture des fléchisseurs latéraux des vertèbres lombaires (le carré des lombes et les intertransversaires lombaires).

(675) Cas de contracture unilatérale du carré lombaire montrant que ce muscle produit une flexion lombaire latérale dont la convexité regarde le côté opposé, sans rotation des vertèbres, après six mois de durée, et provoquant une courbure dorsale en sens contraire par compensation ......... 749

RÉSUMÉ GÉNÉRAL ............................................ 752

**APPENDICE.** — Théorie de la coordination des mouvements. — Faculté coordinatrice de la locomotion. — Aptitude motrice indépendante de la vue. — Indépendance de la contractilité volon-

taire et de la contractilité électro-musculaire. — Innervation coordinatrice ........ 758

§ I. Théorie de la coordination des mouvements volontaires ...... 758

A. Associations musculaires impulsives ........ 759

B. Associations musculaires modératrices collatérales ou harmonie des antagonistes ........ 764

C. Associations des muscles moteurs de la colonne vertébro-crânienne pendant la station verticale ........ 767

§ II. Faculté coordinatrice de la locomotion, indépendante de la sensibilité et de la vue ........ 769

A. Existence d'une faculté coordinatrice de la locomotion, démontrée par l'observation clinique ........ 769

B. Influence de la sensibilité sur la faculté coordinatrice ....... 771

C. Influence de la vue sur la coordination des mouvements .... 777

§ III. Aptitude motrice indépendante de la vue ........ 778

§ IV. Indépendance de la contractilité volontaire et de la contractilité électrique ........ 781

§ V. Innervation de la coordination locomotrice ........ 784

**QUATRIÈME PARTIE. — Mouvements de la face** ........ 792

PRÉCEPTES GÉNÉRAUX A OBSERVER DANS LA PRATIQUE DES EXPÉRIENCES ÉLECTRO-PHYSIOLOGIQUES FAITES SUR LA FACE ........ 797

FAITS GÉNÉRAUX PRINCIPAUX QUI RESSORTENT DES EXPÉRIENCES ÉLECTRO-PHYSIOLOGIQUES SUR LA FACE ........ 800

§ I. Contractions partielles des muscles de la face ........ 801

A. Contractions partielles complétement expressives ........ 801

B. Contractions partielles incomplétement expressives ........ 805

C. Contractions partielles expressives complémentaires ........ 806

D. Contractions partielles inexpressives ........ 807

§ II. Contractions combinées des muscles de la face ........ 807

A. Contractions combinées expressives ........ 807

B. Contractions combinées expressives ........ 809

C. Contractions combinées expressives discordantes ........ 810

DE LA SYNERGIE MUSCULAIRE DES MOUVEMENTS EXPRESSIFS DE LA FACE .. 811

UTILITÉ DE CES RECHERCHES ........ 812

RECHERCHES ANATOMIQUES ET ÉLECTRO-PHYSIOLOGIQUES SUR LES MUSCLES MOTEURS DU SOURCIL ........ 815

I. Frontal (muscle de l'attention, et, par ses combinaisons, muscle de la surprise, de l'admiration, de l'effroi ........ 815

II. Orbiculaire des paupières ........ 817

III. Pyramidal du nez (muscle de l'agression) . . . . . . . . . . . . . . . 822

IV. Le sourcilier (muscle de la douleur). . . . . . . . . . . . . . . . . . . 825

RECHERCHES ÉLECTRO-PHYSIOLOGIQUES SUR LES MUSCLES EXTRINSÈQUES DE L'OREILLE. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 830

I. Muscle auriculaire postérieur . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 830

II. Muscle auriculaire supérieur et antérieur. . . . . . . . . . . . . . . . 830

III. Muscles du pavillon. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 831

A. Muscles constricteurs supérieur et inférieur de la conque de l'oreille (muscle du tragus et de l'antitragus). . . . . . . . . . . . 831

B. Muscles de l'hélix . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 832

FIN DE LA TABLE.

---

Paris. — Imprimerie de L. Martinet, rue Mignon, 2.

